NACİ GÖRÜR

TÜRKİYE'DE DEPREM

Az Gittik Uz Gittik

Araştırma
İnceleme

Naci Görür, 1947 yılında Elazığ'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini burada tamamladı. 1966 yılında İTÜ Maden Fakültesi'ne girdi. Üniversiteyi İTÜ Öğretim Üyesi Aday Adayı Bursu ile okudu. 1971 yılında Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden yüksek mühendis olarak mezun oldu. 1973 yılına kadar İTÜ'de asistan olarak çalıştı. 1973 yılında Milli Eğitim Bakanlığı'nın bursuyla doktora yapmak üzere İngiltere'ye gitti. London University, Imperial College, Royal School of Mines'da D.I.C. (Diploma of Imperial College), M. Phil. (Master of Philosophy) ve PHD (Doctor of Philosphy) derecelerini aldı. 1978'de Türkiye'ye dönerek İTÜ'de çalışmaya başladı. Bu üniversitede 1983'te doçent, 1989'da profesör oldu. 1997-2000 yılları arasında Maden Fakültesi'nin dekanlığını yaptı. Sedimantoloji ve Deniz Jeolojisi konularında uzman olan Görür, Türkiye'nin sedimenter havzaları, tektoniği ve denizleri hakkında 70'e yakın uluslararası, 25 de ulusal makale yazdı. Bu makalelerine Mayıs 2020 tarihi itibariyle 6695 atıf aldı. Özellikle 1999 depremlerinden sonra Marmara Denizi'nin deprem potansiyelinin açıklığa kavuşturulması için yoğun bir faaliyet gösterdi ve çok sayıda ulusal ve uluslararası proje yürüttü. 1999-2014 tarihleri arasında Marmara Denizi'nde Fransız ve İtalyanlarla yürütülen deprem araştırmalarında Türk tarafının genel koordinatörü olarak görev yaptı. Görür 1983 yılında TÜBİTAK Teşvik Ödülü'nü aldı. 1997 yılında Türkiye Bilimler Akademisi'nin (TÜBA) asli üyeliğine seçildi. 2004 yılında NATO Bilim Ödülü'nü aldı. Çok sayıda ulusal ve uluslararası kuruldaki görevi dışında, TÜBİTAK'ta Yer, Deniz, Atmosfer Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu Üyeliği (YDABÇAG), Deniz Araştırmaları Koordinatörlüğü ve Bilim Kurulu Üyeliği de yaptı. 2000 yılında aynı kurumun Marmara Araştırma Merkezi Başkanlığı'na getirildi. Aynı yıl Deprem Konseyi üyeliğine de seçildi. 2011 yılında Bilim Akademisi kurucu üyeliğini de yapan görür evli ve iki çocuk babasıdır.

Türkiye'de Deprem

Az Gittik Uz Gittik...

TÜRKİYE'DE DEPREM
Az Gittik Uz Gittik...

Yazan: Naci Görür
Editör: Aslı Güneş

Yayın hakları: © Doğan Egmont Yayıncılık ve Yapımcılık Tic. A.Ş.

1. baskı / Temmuz 2020 / ISBN 978-605-09-7503-1
Sertifika no: 11940

Kapak tasarımı: Feyza Filiz
Baskı: Yıkılmazlar Basın Yayın Prom. ve Kağıt San. Tic. Ltd. Şti.
15 Temmuz Mah. Gülbahar Cad. No: 62 / B Güneşli - Bağcılar - İSTANBUL
Tel: (212) 515 49 47
Sertifika no: 45464

Doğan Egmont Yayıncılık ve Yapımcılık Tic. A.Ş.
19 Mayıs Cad. Golden Plaza No. 3, Kat 10, 34360 Şişli - İSTANBUL
Tel. (212) 373 77 00 / Faks (212) 355 83 16
www.dogankitap.com.tr / editor@dogankitap.com.tr / satis@dogankitap.com.tr

Türkiye'de Deprem

Az Gittik Uz Gittik...

Naci Görür

Doğan Kitap

İçindekiler

Önsöz **13**
1. bölüm / Deprem **15**
Deprem nedir? 15
Ülkemizde neden deprem olur? 17
Ülkemizin belli başlı deprem bölgeleri 23

2. bölüm / Ülkemizdeki en büyük depremlere bazı örnekler **49**
10 Eylül 1509 İstanbul Depremi (7.2) 49
10 Temmuz 1688 İzmir Depremi (7.0-7.5) 50
22 Mayıs (7.1) ve 5 Ağustos 1766 (7.4) İstanbul depremleri . 51
28 Mayıs-2 Haziran (?) 1789 Palu depremi (7.0) 52
10 Temmuz 1894 İstanbul depremi (7.3) 52
9 Ağustos 1912 Şarköy depremi (7.3-7.4) 53
3 Ekim 1914 Burdur depremi (7.0) 54
27 Aralık 1939 Erzincan depremi (7.9-8.0) 54
20 Aralık 1942 Erbaa-Niksar depremi (7.1) 55
18 Mart 1953 Yenice-Gönen depremi (7.2) 55
28 Mart 1970 Gediz depremi (7.2) 56
24 Kasım 1976 Çaldıran-Muradiye depremi (7.0-7.1) 56
17 Ağustos 1999 İzmit depremi (7.4) 57
12 Kasım 1999 Düzce depremi (7.2) 58
23 Ekim 2011 Van depremi (7.2) 58

3. bölüm / Depreme hazırlık çalışmaları ve afet yönetimi ... **61**
Depreme hazırlık 61
Afet yönetimi 78

4. bölüm / Ülkemizde depreme hazırlık çalışmaları ve afet yönetimi **83**

5. bölüm / İstanbul depreme hazır mı? Değilse nasıl hazırlanmalıdır? **87**
İstanbul depreme hazır mı? 87
İstanbul depreme nasıl hazırlanır? 89
Denizaltı Gözlem İstasyonu 93

6. bölüm / Deprem ve Kanal İstanbul **97**
7. bölüm / En çok sorulan sorular **103**

Sonuç **115**
Kaynakça **119**
Notlar **129**

Bu kitabı güzel torunlarım
Ayça, Derin ve Gökçe'ye ithaf ediyorum.

Önsöz

Deprem Türkiye'nin kaderi. Jeolojik yapınız itibariyle ülkemizin hemen hemen her tarafı aktif faylarla dolu. Hal böyle olunca memleketin birçok yerinde depremlerin olması kaçınılmaz. Kimi depremler küçük ve hasarsız atlatılıyor, kimisi ise can ve mal kaybına neden oluyor. Deprem hangi türden olursa olsun toplum olarak bizim afete karşı tavrımız pek değişmiyor. Her depremde bir müddet için sokağa dökülüp ağlaşıyoruz ama zaman geçtikçe her şeyi unutup hiçbir şey olmamış gibi normal hayatımıza geri dönüyoruz. Halk olarak bunu yapıyoruz da sanki yönetim olarak bundan farklı mı davranıyoruz? Hayır, maalesef, yöneticilerimiz de genellikle sadece afeti yönetip aradan çekiliyorlar ta ki yeni bir deprem gelinceye kadar.

Bana göre devletin en önemli görevlerinden biri halkın can ve mal güvenliğini sağlamaktır. Ülkemizde 1939 Erzincan depreminden bugüne kadar depremlerde yüz bine yakın insan hayatını kaybetti. Bu can kaybı önlenemez nitelikte değildi. Bilim insanları olarak bizler nerede ve ne büyüklükte depremlerin olabileceğini biliyorduk. Bilmediğimiz şey depremin ne zaman olacağıydı. Eğer yöneticilerimiz belirli bir plan ve program içerisinde deprem kuşaklarındaki yerleşim alanlarını deprem güvenli hale getirmek için ciddi bir uğraşın içerisinde olsalardı kuşkunuz olmasın ki can kaybınız bundan çok daha az olurdu. Üzülerek söylüyorum ki yönetimlerimiz çoğu kez afet yönetimini vazife edinmiştir. Yani "Hele bir deprem olsun, ondan sonra gerekeni yaparız" anlayışı. Halbuki bu çağdaş ve doğru olan bir anlayış değil-

dir. Çağdaş olan riski yönetmektir. Yani deprem gelmeden verebileceği zararları önceden öngörüp gerekli zarar azaltıcı önlemleri almaktır. Hükümetlerimiz ve yerel yönetimlerimiz hiçbir zaman ciddi bir şekilde risk yönetimini benimsemediler. Hep afet yönetimini tercih ettiler. Hoş, zaten halkımızın da hiçbir zaman bu konuda belirgin bir talebi olmadı. Geçen asırdan bu yana gerçekleşen onlarca depremde binlerce insanımız ölürken, sayısız genel ve yerel seçim gerçekleşti. Ben son zamanlarda cılız bir sesin dışında siyasi partilerin bu konuda bir şey söylediklerini, seçim bildirgelerine depremi önemli bir sorun olarak koyduklarını duymadım, görmedim. Seçim meydanlarında pek çok gereksiz konuda tartışmalar ve atışmalar sürdürülürken ülke çapında deprem kuşaklarımızda insan hayatının nasıl korunacağına dair herhangi bir gündem oluşmadı ve maalesef o meydanları dolduran ahalinin de böyle bir talebi olmadı.

Bu kitabı şu maksatla yazıyorum: İnsanlarıma depremde can vermenin bir kader olmadığını, evet, depremin önlenemeyeceğini fakat zararlarının azaltabileceğini somut olarak göstermek istiyorum. Depremin ne olduğunu, niçin ülkemizde depremlerin meydana geldiğini, deprem bölgelerimizin nereler olduğunu, can ve mal güvenliğimiz için neler yapmamız gerektiğini onlara anlayabilecekleri şekilde anlatmak istiyorum. İnanıyorum ki deprem konusunda ne kadar donanımlı olurlarsa bu afetten o kadar az korkar ve onunla baş edebilmek için gerekeni yapar ve talep ederler. Onun için bu kitap tipik bir bilim kitabı değildir. Burada yazılan ve söylenen her şey belirli bir veriye ve araştırmaya dayalı olmayabilir. Bu kitap bir yerbilimcinin deprem zararlarını azaltmak için kendi toplumuyla iletişim kurmasının bir aracı olarak algılanmalıdır. Bu iletişimi kurma esnasında da zaman zaman ortaya çıkabilecek duygusal ve öfkeli çıkışlar, söylemler de hoş görülmelidir.

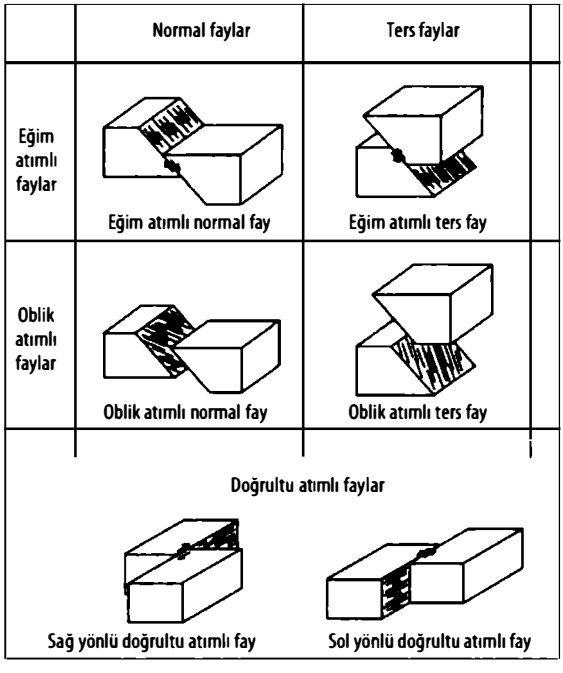
Naci Görür, Şubat 2020, İstanbul

1

Deprem

Deprem nedir?

Deprem hepimizin bildiği gibi bir yer sarsıntısıdır. Eskiden depreme zelzele de denirdi. Depremler çeşitli nedenlerden ötürü olur. Faylanma, volkanik faaliyet ve büyük boyutlu çökmeler deprem yaratabilir. Dünyada en yaygın doğal deprem kaynağı faylardır. Dolayısıyla biz bu kitapta fay hareketleri sonucu olan depremleri inceleyeceğiz. Fay denilince akla yeryüzünde oluşmuş bir nevi çatlak/kırık gelmelidir. Ancak bu kırığın her iki yanındaki bloklar birbirlerine göre izafi olarak hareket ederler. Bu hareketlerin yön ve özelliklerine göre de faylar çeşitlere ayrılır (Şekil 1). Bloklardan biri diğerine nazaran aşağı veya yukarı doğru hareket ediyorsa sırasıyla eğim atımlı normal ve ters fay diye isimlendirilir. Ters fayda fay düzleminin açısı 30° veya daha az ise o ters faya bindirme fayı da deriz. Normal ve ters faylarda hareket verev olarak gerçekleşmişse bu fayların ismine oblik kelimesi eklenir. Eğim ve oblik atımlı faylarda izafi olarak hareket eden bloka tavan, sabit olan bloka ise taban bloku deriz. Fay üzerindeki hareketin miktarı fayın atımını verir. Örneğin fay üzerindeki bir noktanın hareket başlamadan önceki yeri ile faylanma sonrası geldiği yer arasındaki uzaklık o fayın atımını verir. Atım ne kadar fazlaysa blok hareketleri de o kadar büyük olmuş demektir. Bu da kuşkusuz fayın, dolayısıyla da oluşturduğu depremin büyüklüğüyle doğrudan ilgilidir. Faylar her boyutta olabilir; santimetre boyutundan tutun, binlerce kilometre uzunluğa ve yüzlerce kilometre derinliğe ulaşabilirler. Örneğin, Kuzey Anadolu fayının ülkemizdeki uzunluğu 1600 km'yi bulur.



Şekil 1: Fay çeşitleri.

Yeraltındaki kayaların herhangi bir fay hareketi sonucu aniden kırılmasıyla deprem oluşur. Kayalar kırılınca açığa belirli bir miktarda enerji çıkar. Bu enerji de yeraltında sismik dalgalar meydana getirir. Farklı çeşitlerde sismik dalga mevcuttur. En önemlileri *primer* (P dalgaları), *sekonder* (S) ve yüzey dalgalarıdır (Love ve Rayleigh). Bunlar değişik hız, yayılma stili ve tahrip gücüne sahiptir. Sismik dalgalar yerkabuğu içerisinde ilerlerken sarsıntıya neden olur. Biz sarsıntıyı duyunca deprem olduğunun farkına varırız. Esasen depremler yeraltında çok daha önceden başlar. Fayın derinliklerinde, kayaların içerisinde birtakım fiziko-kimyasal olaylar meydana gelir. Bu olaylar arasında, stres değişimi, kayma, sürtünme, kırılma, çatlama, breşleşme, erime, yeniden kristallenme, mineralizasyon, gözenek suyu basıncında artış, piezo-elektrik etkiler ve elektromanyetik alan değişimlerini saymak mümkündür. Ne zamanki bu olaylar yeryüzünde kırılma ve sarsıntıya dönüşür işte o zaman biz deprem oluyor deriz. Bilim

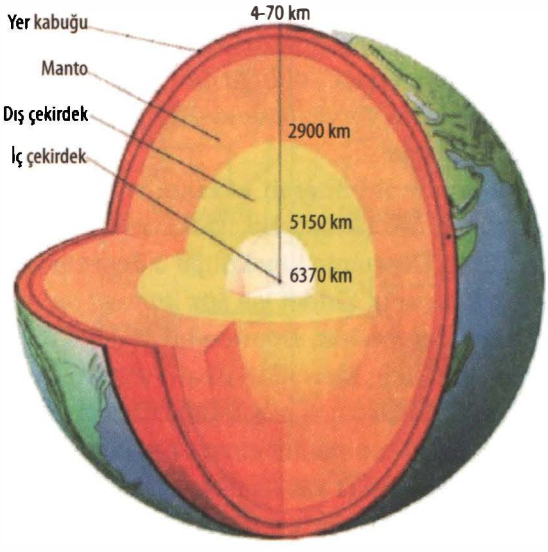
insanları bu deprem öncesi olayları incelemek suretiyle depremi önceden haber vermeye çalışıyorlar. Depremin yeraltında ilk geliştiği yere "depremin odağı", olduğu derinliğe "depremin derinliği" ve deprem odağının yeryüzündeki düşey izdüşümüne de depremin "episantırı" deriz.

Deprem biliminde iki önemli kavram vardır; biri büyüklük (*magnitüd*), diğeri ise şiddet. Bu iki kavram halkımız tarafından çok karıştırılır. Depremin büyüklüğü o depremde açığa çıkan enerji miktarıyla ölçülür. Şiddet ise söz konusu depremin yeryüzünde hissedilme derecesidir. Deprem büyüklüğü Richter ölçeğine, şiddeti ise genellikle Mercalli Cetveline göre tanımlanır. Bir fikir versin diye söylüyorum, 7 büyüklüğünde bir depremde açığa çıkan enerji 1.800.000 ton patlayıcının enerjisine denktir. Depremin büyüklüğü ile şiddeti arasında doğru bir ilişki kurmak zordur ama belki iki örnekle şöyle bir genelleme yapılabiliri:. M 7.3 büyüklüğünde bir depremin episantırda şiddeti 10'u bulur. M 6.6 büyüklüğündeki bir depremin şiddeti ise en fazla 9 civarında olur.[1] Bu kitapta deprem büyüklükleri ağırlıklı olarak moment büyüklüğü olarak ifade edilmiştir.

Şimdi bu temel bilgilerden sonra Türkiye'deki deprem konusunu aşağıda biraz daha ayrıntılı olarak inceleyebiliriz.

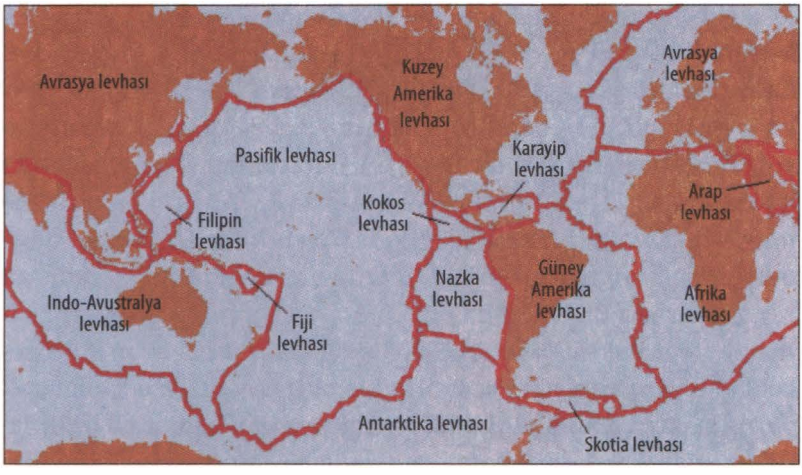
Ülkemizde neden deprem olur?

Bu konuyu anlayabilmek için dünyamızın yapısını az çok bilmek lazım. Şimdi bu yapıyı çok kısa olarak özetlemeye çalışacağım: Dünyamızın bir kesitini alırsak merkezde bir çekirdek, onun etrafında manto, onun da üstünde litosfer bulunur (Şekil 2). Bildiğiniz gibi, çekirdek nikel ve demirce zengin maddelerden yapılmıştır. İç ve dış çekirdek olmak üzere ikiye ayrılır. İç çekirdek katı olup yoğunluğu 15 gr/cm^3, dış çekirdek ise yarı akışkan, plazma halinde olup yoğunluğu 10 gr/cm^3'tür. Çekirdeğin sıcaklığı iç çekirdekten dış çekirdeğe doğru 5000°C'den 3700°C'ye kadar değişir.



Şekil 2: Dünyanın iç yapısı.

Bu sıcaklık biraz sonra bahsedeceğim konveksiyonel akımların oluşumuna neden olur. Manto; silisyum, alüminyum, demir ve nikel gibi elementlerce zengin kayalardan meydana gelmiştir. Yoğunluğu 3.3-8 gr/cm^3, sıcaklığı ise 1000-3700°C arasında değişir. Manto özellikle üst kısımlarında ergimiş haldedir ve görece-li olarak daha hareketlidir. Bu kısma astenosfer denir. Mantoda görülen dolaşım hareketlerinin nedeni konveksiyon akımlarıdır. Bu akımlar daha çok mantonun alt ve üst kısımlarındaki ısı farkından dolayı oluşur. Konveksiyon akımları biraz sonra anlatacağımız litosferik levha hareketlerinin de motor gücünü oluştururlar. Dünyamızın en üst katmanını yaklaşık 100 km kalınlığında litosfer oluşturur. Litosfer yeknesak ve tek parça değildir, aksine çok parçalıdır. Her bir parçaya levha adı verilir. Dünya yüzeyinde çok sayıda irili ufaklı levha vardır (Şekil 3). Bunların en önemlileri şunlardır: Kuzey Amerika levhası, Güney Amerika levhası, Avrasya levhası, Afrika levhası, Pasifik levhası ve Indo-Avustralya levhası, Antarktika levhası. Bu ana levhaların dışında çok sayıda da küçük ve yerel levhalar vardır. Filipin, Kokos, Karayip ve Ana-



Şekil 3: Dünyamız üzerindeki litosferik levhalar.

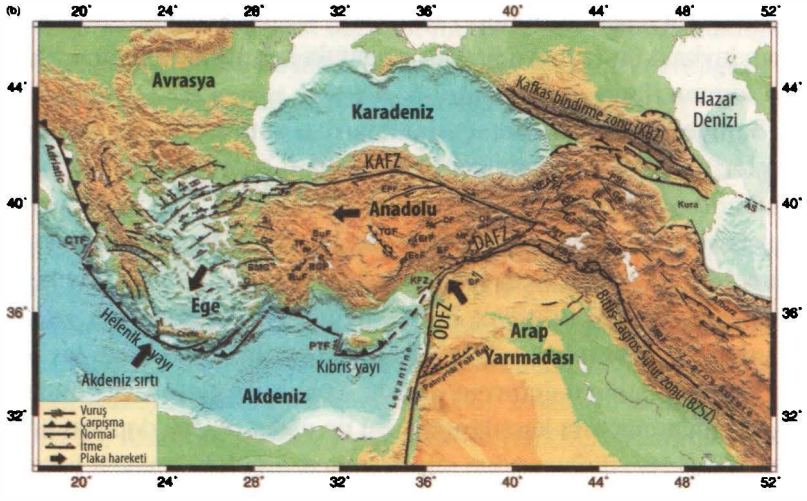
dolu levhaları bunlardan bazılarıdır. Levhaların yapısı incelenirse şu özellikler göze çarpar:

Levhanın tabanı astenosferden başlayıp yeryüzüne kadar devam eder. Hal böyle olunca levhalar yerkabuğunu da içerir. Kimyasal bileşimlerine göre iki tür kabuk vardır: kıtasal kabuk, okyanusal kabuk. Kıtasal kabuk kıtaları oluşturan kabuktur. Kalınlığı 30-50 km arasında değişir ve bileşim olarak silisyum ve alüminyum elementleri bakımından zengin olan çökel, magmatik ve metamorfik kayalardan meydana gelmiştir. Bu kabuğun ortalama yoğunluğu 2.7 gr/cm^3 olduğu için görece hafiftir. Okyanusal kabuğun kalınlığı 10-12 km, yoğunluğu ise 3 gr/cm^3'tür. Daha ağır olan bu kabuk silisyum ve magnezyumca zengindir ve okyanus tabanlarını oluşturur.

Özetlemek gerekirse, dünyamızın en üst katmanı litosferdir ve litosfer de levha adı verilen parçalara ayrılmıştır. Her bir levha mantonun en üst kısmı ile kıtasal veya okyanusal kabuktan oluşur. Bir levha aynı zamanda her iki kabuk tipini de içerebilir. Örneğin; Afrika ve Güney Amerika levhaları gibi (Şekil 3). Yine daha önce de söylediğimiz gibi, levhalar astenosfer üzerinde birbirlerine göre bağıl olarak hareket ederler. Bunlar üst manto içindeki konveksiyon akımlarının hareketlerine uygun olarak kimi yer-

lerde birbirinden uzaklaşır (uzaklaşan levha sınırları), kimi yerlerde birbirlerine yaklaşır (yaklaşan levha sınırları), kimi yerlerde ise birbirleri boyunca sürtünerek hareket ederler (kayan levha sınırları). Uzaklaşan levha sınırları arasında okyanuslar oluşur. Buna en güzel örnek Atlas Okyanusu'dur. Kuzey Amerika levhası Avrasya'dan, Güney Amerika levhası Afrika'dan uzaklaşmaktadır. Bunun neticesi olarak da arada Atlas Okyanusu oluşmuştur ve bu okyanus sürekli olarak büyümektedir. Yakınlaşan levha sınırlarında bir levha diğerinin altına girerek mantoya dalmakta ve eriyerek tüketilmektedir (dalma-batma zonu). Böylece iki levha arasında mevcut olan bir okyanus gittikçe kapanarak yok olmakta ve bu levhaların üzerinde taşınan kıtalar da birbirlerine yaklaşarak çarpışmakta ve sıradağlar oluşturmaktadır. Mesela Pasifik Okyanusu gittikçe kapanmakta olan bir okyanustur. Pasifik levhası çevresindeki Avrasya, Kuzey Amerika ve Güney Amerika levhaları altına dalmakta ve tüketilmektedir. Okyanusların kapanmasına bağlı olarak kıtaların çarpışmasıyla sıradağların oluşumuna örnek olarak da ülkemizin de üzerinde bulunduğu Alp-Himalaya Dağ kuşağı verilebilir. Bu dağ kuşağı bir zamanlar (ör: 65-70 milyon sene) Avrasya, Afrika, Arabistan ve Hindistan gibi levhaların arasında bulunan Tetis Okyanusu'nun kapanması ve söz konusu levhalar üzerindeki kıtaların birbirleriyle çarpışması neticesi meydana gelmiştir. Kayan levha sınırlarına en güzel örnek de bizim ülkemizden verilebilir. Anadolu levhası ile Avrasya levhası arasındaki sınır böyle bir sınırdır. Bu sınır Kuzey Anadolu fay zonu ile temsil edilir. Bu sınır boyunca Anadolu levhası batıya doğru kayar.

Verdiğim bu kısa bilgiden sonra artık dünyamız litosferinin levhalardan meydana geldiğini ve bu levhaların da birbirlerine göre değişik şekillerde hareket ettiklerini öğrenmiş oluyoruz. Hemen tahmin edeceğiniz gibi, levha sınırları dünyamızda en önemli fay zonlarıdır ve tektonik bakımdan en hareketli yerlerdir. Doğal olarak da buralar dünyada en fazla depremin olduğu alanlardır. Kuşkusuz, levhalar kendi içlerinde deforme oldukları zaman iç kısımlarında da çok sayıda depremler olabilir. Uzaklaşan levha sınırlarında eğim atımlı normal fay zonları, yakınlaşan levha



Şekil 4: Ülkemiz çevresindeki levhalar.

sınırlarında ters ve bindirme fay zonları ve kayan levha sınırlarında ise doğrultu atımlı fay zonları egemendir. Türkiye'nin çevresindeki levhalar Şekil 4'te verilmiştir. Bu levhalar şunlardır: Avrasya, Anadolu, Arabistan ve Afrika levhaları. Avrasya levhası ile Anadolu levhasının arasındaki sınır Kuzey Anadolu fay zonu tarafından temsil edilir (KAFZ). Bu fay zonu doğuya doğru Bingöl-Karlıova'da Doğu Anadolu fay zonu (DAFZ) ile birleşir ve dolayısıyla da Anadolu levhası bu yörede kamalanır.

Doğu Anadolu'da Avrasya levhasının sınırı Kafkas Bindirme Zonu ile karakterize edilir (KBZ). Anadolu levhasının doğu/güneydoğu sınırı DAFZ tarafından belirlenir. DAFZ sol yönlü doğrultu atımlı bir sistemdir. Bu zon Kıbrıs'a doğru Kıbrıs yayı ile birleşir. Bu yay bir dalma-batma zonudur. Ülkemiz sınırları içerisinde Kıbrıs yayı boyunca Afrika levhası Anadolu levhasının altına dalarak tüketilir (Şekil 4). Anadolu levhasının güneydoğu köşesinde başka bir levha daha yer alır. Bu levha Arabistan veya Arap levhasıdır (Şekil 4). Arap levhası batısındaki Afrika levhasından Ölüdeniz fay zonu ile ayrılır (ÖDFZ). Levhanın kuzey ve doğu sınırını Bitlis-Zagros sütur zonu oluşturur (BZSZ). Bu zonu egemen olarak ters ve bindirme fayları karakterize eder. Bu levha tablosu içerisinde Doğu Anadolu'nun özel bir durumu vardır. Doğu Ana-

dolu hem jeolojik özellikleri hem de tektonik konumu itibariyle Arap levhası ile Avrasya levhası arasında kalmış bir sıkışma, ezilme zonunu ifade eder.[2]

Sanıyorum ki tüm bu açıklamalardan sonra Türkiye'de depremlerin neden meydana geldiği sorusunu kolayca yanıtlayabiliriz. Yanıt şu: Bölgemizde bulunan levhalar hareket ettikçe levha sınırlarında ve zaman zaman da levha içlerinde depremler oluyor. Hem Afrika hem de Arap levhası belirli bir hızla kuzeye, Avrasya levhasına doğru yaklaşıyor (Arap levhası Afrika levhasından biraz daha hızlı hareket ediyor). Doğu Anadolu sözü edilen levhalar arasında sıkışıp deforme oluyor. Kuşkusuz, deformasyon fay ve kıvrımlanmalarla karşılanıyor. Bu da doğal olarak deprem üretiyor. Türkiye, doğusundan sıkıştırılınca Anadolu levhası batıya doğru kaçmaya başlıyor. Bu kaçışı da iki doğrultu atımlı fay zonu boyunca yapıyor: KAFZ ve DAFZ. Anadolu levhasının batıya doğru hareketi sırasında bu fay zonlarında kimi yerlerde takılmalar oluyor. Takılmanın olduğu yerler deforme olup gerilim/enerji biriktiriyorlar. Biriken enerji o noktalardaki kayaların dayanma gücünü aştığı zaman oralarda depremler meydana geliyor. Anadolu Levhası KAFZ ve DAFZ boyunca belirli bir hızla batıya doğru (Yunanistan'a doğru) yaklaştıkça saat ibresinin aksi yönünde de dönmeye başlıyor. Bu dönmenin iki nedeni var. Birincisi her iki fay boyunca olan hareketin hızlarındaki farklılık (KAFZ: ~ 2.5 cm/yıl, DAFZ: ~1cm/yıl), ikincisi ise Yunan anakarasının batıya doğru daha fazla gidişi engellemesidir. Bu iki nedenden dolayı levha Ege'de güneybatıya, yani Kıbrıs yayına doğru hareket eder. Bu kinematik içerisinde Anadolu levhası kendi içerisinde deformasyona uğrar. Doğu kısımlarında dilimlenip faylanırken batı kısmında, yani Ege Bölgesi'nde, kuzey-güney yönünde gerilerek daha çok doğu-batı uzanımlı grabenleri meydana getirir. Kuzey-güney gerilmenin nedeni levhanın daha fazla batıya doğru gidişinin engellenmesi ve güneybatıya doğru gitmeye zorlanmasıdır (Şekil 4). Tahmin edeceğiniz gibi, Anadolu levhası içerisindeki tüm bu gelişmeler yeni yeni deprem mekanizmaları oluşturur.[3]

Yukarıdaki paragraflarda yaptığım açıklamalara göre tektonik kökenli depremlerin levha hareketleri sonucu meydana geldikle-

rini ve Türkiye'nin neden bir deprem ülkesi olduğunu anladığınızı sanıyorum. Şimdi de ülkemizdeki belli başlı deprem bölgelerini ve bu bölgelerin sismik özelliklerini kısaca görelim.

Ülkemizin belli başlı deprem bölgeleri

Ülkemizde neden deprem olur bölümünde depremlerin hangi mekanizmaya bağlı olarak nasıl meydana geldiğini kısaca açıklamıştım. Dolayısıyla, sözünü ettiğim mekanizmaların ışığı altında ülkemizde şu deprem bölgelerinden söz edebiliriz: Doğu Anadolu (DA), Kuzey Anadolu fay zonu (KAFZ), Doğu Anadolu fay zonu (DAFZ), Anadolu levhası Doğu Kesimi (ALDK), Anadolu levhası orta kesimi (ALOK), Anadolu levhası batı kesimi (Ege) (ALBK) ve Kıbrıs yayı (KY). Aşağıda bu bölgeler belirli bir ayrıntıda incelenecektir.

Doğu Anadolu deprem bölgesi (DA)

Tektonik özellikleri

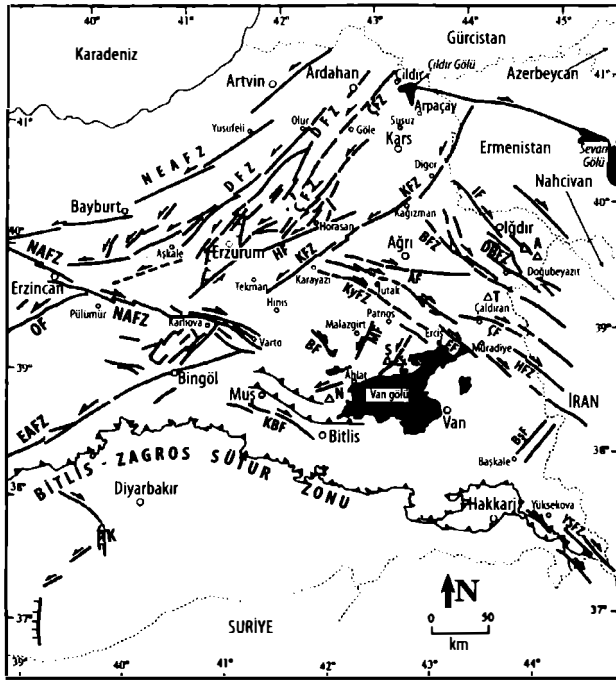
Doğu Anadolu Bölgesi Arap ve Avrasya levhaları arasında sıkıştığı için tipik bir sıkışma bölgesi özelliği gösterir. Bu tip bölgelerdeki deformasyon yapıları genellikle doğu-batı uzanımlı kıvrımlar, ters faylar ve bindirmelerle çok belirgin olarak gelişmiş kuzeybatı-güneydoğu ve kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı doğrultu atımlı faylardır (Şekil 5).[4] Ayrıca sıkışma yönüne dik gelişmiş büyük boyutlu kuzey-güney gidişatlı çatlaklar da bulunur. Bu çatlaklar bölgedeki volkanların oluşumuna neden olan yapılardır. Ters fay ve bindirmelere en iyi örnek Bitlis-Zagros sütur zonu (BZSZ) ile Muş bindirme fayıdır (MBF). Kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı doğrultu atımlı faylar çoğunlukla sol yönlüdür ve Doğu Anadolu Bölgesi'nin kuzey kısımlarında görülürler. Bunlar arasında Kağızman (KFZ), Çoban Dede (ÇFZ), Dumanlı (DFZ) ve Kuzeydoğu Anadolu fay zonlarını (KDAFZ) saymak mümkündür (Şekil 5). Kuzeybatı-güneydoğu yönlü faylar ise ağırlıklı olarak sağ yönlü olup Van Gölü'nün kuzeyinde yer alırlar. Bu fayların en önemlileri Iğdır fayı (IF), Balıklıgöl fayı (BFZ), Ağrı fayı, Tutak

fay zonu (TFZ) ve Karayazı fay zonudur (KYFZ). Bütün bu yapılar sıkışmaya bağlı olarak enerji biriktirdikçe ve biriken bu enerji birikim yerlerindeki kayaların dayanım gücünü aştıkça oralarda depremler olur.

Önemli depremleri

Doğu Anadolu deprem bölgesinin fay karakteri çoğunlukla doğrultu atımlı faylar ile bindirme faylarıdır. Bu bölgede beklenebilecek en büyük boyutlu deprem 7,8'dir.

Depremlerin derinlik dağılımı 5-40 km arasında değişmekte-



Şekil 5: Doğu Anadolu deprem bölgesinde ana fay sistemleri (A: Ağrı Dağı, K: Karacadağ, N: Nemrut Dağı, S: Süphan Dağı, T: Tendürek Dağı, AF: Ağrı fayı, BF: Bulanık fayı, ÇF: Çaldıran fayı, EF: Erciş fayı, HF: Horasan fayı, IF: Iğdır fayı, MF: Malazgirt fayı, SF: Süphan Fayı, BFZ: Balıklıgöl fayı, BşF: Başkale fayı, ÇFZ: Çoban Dede fay zonu, DFZ: Dumanlı fay zonu, HFZ: Hasan Timur fay zonu, KBF: Kavakbaşı fayı, KFZ: Kağızman fay zonu, DBFZ: Doğubayazıt fay zonu, KyFZ: Karayazı fay zonu, MBF: Muş bindirme fayı, TFZ: Tutak fay zonu, YŞF: Yüksekova-Şemdinli fay zonu, NEAFZ: Kuzeydoğu Anadolu fay zonu.[5]

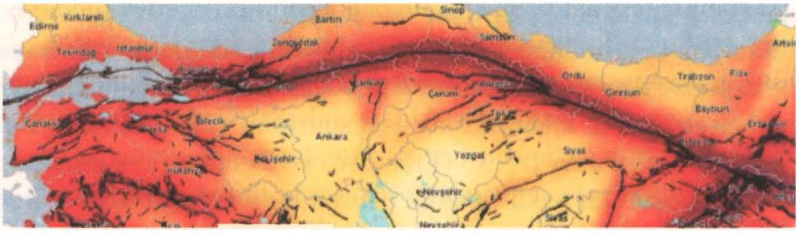
dir. Son yüzyılda bölgedeki en büyük deprem 24 Kasım 1976 Çaldıran/Van depremidir. Yine bu yüzyılda bölgede depremde kaybettiğimiz insan sayısı yaklaşık 11.000'dir. Doğu Anadolu'da tarihi depremlere ait bilgimiz maalesef sınırlıdır. 1268 AD, 1458 AD, 1700-1900 yıllarında Tercan (Erzincan) ve Pasinler (Erzurum) civarında yoğun bir şekilde tarihi depremlerin olduğu bilinmektedir. Geçen asırdan bugüne kadar olan belli başlı büyük depremler şunlardır:[6]

1903 Malazgirt-Muş (6,7) (MF); 1924 Pasinler-Erzurum (6,9) (DFZ); 1926 Kars (5,7) (ÇFZ); 1939 Tercan-Erzincan (5,9); 1939 Hakkâri (7,2); 1941 Erciş-Van (5,8) (KyFZ); 1946 Hınıs-Van (5,7) (KFZ); 1966 Varto-Muş (6,9) (NAFZ); 1976 Çaldıran-Muradiye (7,0-7,1) (ÇF); 1983 Narman-Erzurum (7,1) (DFZ); 1984 Balkaya-Erzurum (5,9) (DFZ); 2004 Aşkale-Erzurum (5,0) (DFZ); 2004 Doğubayazıt-Ağrı (5,0) (DBFZ); 2011 Van (7,2).

Kuzey Anadolu fay zonu (KAFZ)

Tektonik özellikleri

Kuzey Anadolu fay zonu esas itibariyle sağ yönlü ve doğrultu atımlı bir fay zonudur (Şekil-6). Bu zon Bingöl Karlıova'dan başlar, Bolu'ya kadar gelir ve buradan itibaren kuzey ve güney olmak üzere iki kola ayrılır. Kuzey kol Adapazarı ve Kocaeli illerinden geçerek İzmit Körfezi'nden Marmara Denizi'nin içerisine girer. Karmaşık bir geometriyle tüm Marmara'yı kat ederek Gelibolu Yarımadası'nı keser ve buradan da Yunanistan'a kadar devam eder. Güney kol ise İznik'e kadar belirgin bir hat şeklinde uzanır, ancak buradan itibaren saçılarak daha geniş bir zon halinde Marmara Denizi'nin güneyinden Edremit Körfezi'ne ulaşarak Ege Denizi'nin dibine dalar. KAFZ'nun Türkiye sınırları içerisindeki toplam uzunluğu yaklaşık 1600 km kadardır. Genişliği ise çok değişkendir; birkaç kilometreden onlarca kilometreye kadar uzanabilir. Kuşak içerisinde veya yakınında birçok şehir yer alır. En önemlileri, doğudan batıya doğru, şunlardır: Erzincan, Tokat, Amasya, Bolu, Adapazarı, Kocaeli, İstanbul, Yalova, Bursa ve Bandırma. Bu zonda beklenebilecek en büyük deprem 8'dir. Ge-



Şekil 6: Kuzey Anadolu fay kuşağı (Türkiye deprem haritası).

çen yüzyılda burada olmuş en büyük deprem 7,9 büyüklüğündeki Erzincan depremidir. Yine bu yüzyılda gerçekleşmiş 5,5'ten büyük depremlerin sayısı yaklaşık 30 kadardır. Bu sürede bu deprem kuşağında vermiş olduğumuz can kaybı yaklaşık 65.000'dir. KAFZ boyunca olan depremlerin odak derinliği 5-20 km arasında değişir. KAFZ'nun diğer bir önemli karakteristiği de depremleri doğudan batıya doğru taşımasıdır. Bunu daha net olarak şöyle söyleyebiliriz: KAFZ üzerinde her nerede bir deprem olursa o noktanın batısı bir sonraki deprem için hedef haline gelir. Bu durum aşağıda verilecek deprem bilgilerinden net olarak görülecektir.[7]

Önemli depremleri

Bu fay kuşağı üzerinde Milat'ın ilk yıllarına kadar inen pek çok tarihi deprem vardır. Bütün bunları burada sıralamak anlamsız olacaktır. İlgilenen okurlar Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın (AFAD) tarihsel depremler 2019 listesinden bunlara ulaşabilir. Ben burada 1939 Erzincan depremiyle başlayan, 1999 Gölcük depremiyle son bulan ve KAFZ'nun depremleri doğudan batıya doğru taşıdığını en iyi gösteren bir deprem zincirinden bahsedeceğim. 1939 Erzincan depremi 26-27 Aralık tarihinde olmuştur. Bu deprem geçen asırdan bu yana olan en büyük depremdir. 7.9 büyüklüğünde olan bu deprem sırasında maalesef 32.962 vatandaşımız hayatını kaybetmiş, 100.000'den fazla insanımız da yaralanmıştır. Aradan 3 yıl geçtikten sonra, 1942 senesinde yine bir aralık ayında (20 Aralık) Erzincan'ın batısında, Tokat'a bağlı Erbaa-Niksar'da 7.1 büyüklüğünde bir deprem olmuş ve bu sefer de 3.000 kişi ölmüş ve binlerce insan yaralanmıştır. Bu depremden 1 yıl sonra Erbaa'nın batısında, Ladik (Samsun)-Tosya

(Kastamonu) arası 27 Kasım 1943'te kırılarak 7.2 büyüklüğünde bir deprem oluşturmuş ve 4.000 insanın ölümüne ve binlerce kişinin yaralanmasına neden olmuştur. 1 Şubat 1944 tarihinde Bolu-Gerede'de aynı büyüklükte bir depremle KAFZ, depremleri batıya doğru taşımaya devam etmiştir. Bu depremde de zayiat, maalesef, büyük olmuş ve yine 3959 kişi hayatını kaybetmiştir. Gerede depreminden sonra KAFZ deprem üretmeye bir süre ara vermiş, ancak 1957 senesinde Gerede'nin batısındaki Abant'ı 26 Mayıs günü 7,1'lik bir depremle vurmuştur. Bu sefer 52 ölü ve 101 yaralıyla afet atlatılmıştır. Depremlerin batıya göçü durmamış, bu depremden sonra da 22 Temmuz 1967 Adapazarı-Mudurnu ve 17 Ağustos 1999 İzmit (Gölcük) depremleriyle İstanbul'un kapısına dayanmıştır. Adapazarı-Mudurnu depremi 6.9 büyüklüğündedir ve 89 insanın ölümüne neden olmuştur. 1999 İzmit depremi ise, maalesef, ülkemizde 20. yüzyılın sonunda olmuş en büyük afettir (7.4) ve bu deprem, maalesef, 18.373 can almış ve 48.000 kişinin de yaralanmasına neden olmuştur. 17 Ağustos İzmit depreminden kısa bir zaman sonra 12 Kasım 1999'da Düzce'de 7.2 büyüklükte bir deprem olmuş, KAFZ 1967 Adapazarı–Mudurnu depreminde kıramamış olduğu yerleri de bu depremle kırmıştır. Depremde 701 kişi ölmüş, 2679 kişi de yaralanmıştır.[8]

Beklenen Marmara (İstanbul) depremi

1999 İzmit (Gölcük) depremi olduktan hemen kısa bir süre sonra yerbilimciler olarak bağırmaya başladık, İstanbul tehdit altına girdi diye. Esasen uyarıyı Marmara Denizi için yapmıştık ama İstanbul da çok ciddi etkileneceğinden alarmı bu kent için vermiştik. Bu alarmı verirken dayandığımız nokta esas itibariyle Kuzey Anadolu fayının depremleri doğudan batıya doğru taşıdığı olgusuydu. İzmit'in batısında Marmara Denizi vardı ve onun da kıyısında İstanbul. Benzer bir alarmı Düzce için de vermiştik. İzmit depremi doğuya doğru da bir miktar stres transfer edebilir ve burada 1967 Adapazarı depreminde kırılmamış yerleri kırabilir diye düşünmüştük. Nitekim düşüncelerimizde haklı çıktık ve üç ay sonra Düzce'de deprem oldu. Sanıyorum verilmiş olan alarm sayesinde olsa gerek, bu kentte özellikle afet yöneti-

mi çok daha seri ve profesyonelce yapıldı ve afetin zararları nispeten azaltılmış oldu. İnanmayacaksınız ama benzer uyarılar bir zamanlar 1999 İzmit depremi için de yapılmıştı. Bir literatür araştırması yapsanız çok sayıda jeolojik ve jeofizik makale bulursunuz bu konuda. Bu makalelerin çoğunda 1967 Adapazarı depreminden sonra İzmit yöresinin hedef haline geldiği, burada biriken stres ve sismik boşluk nedeniyle büyük bir deprem beklenebileceği daha deprem olmadan yazılıp çizilmişti. Yazılmasına yazılmıştı da kimse pek oralı olmamıştı. Bu kentte en olmadık yerlere, özellikle kötü zeminlere plansız, programsız ve çürük binalar yapılmaya devam etmişti.[9]

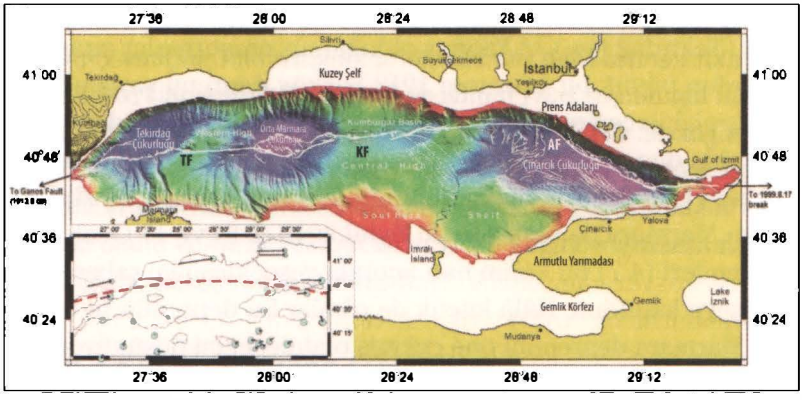
1999 İzmit depremi esnasında Anadolu levhası yaklaşık 5,5 m batıya doğru savruldu. Deprem kırığı İzmit Körfezi'nin Marmara'ya girdiği yerde durdu. Böylece bu depremler belirli miktardaki stresi Marmara'nın altındaki kırılmayan kabuğa transfer etti. Depremler olmasaydı Anadolu levhası yılda sadece 2,5 cm batıya kayacak ve bu yer değiştirmeye denk gelecek bir stresi Marmara Denizi'nin altındaki kabuğa yükleyecekti. Halbuki bu depremler normalde 200-220 senede birikebilecek olan bir stresi saniyeler mertebesinde Marmara kabuğuna yüklediler ve her sene de 2.5 cm'lik bir stresi yüklemeye devam ediyorlar. İşte bu nedenle Marmara Denizi'nin altındaki kabuğun fazla dayanamayacağını ve eninde sonunda kırılarak büyük bir deprem üreteceğini düşünüyoruz. Bu deprem ne zaman gelir bilmiyoruz. Ancak, Tom Parsons adlı bir araştırmacı söz konusu depremin her an gerçekleşme koşuluyla 1999'dan itibaren 30 yıl içerisinde olma olasılığının yüzde 60'tan fazla olduğunu ortaya koymuştur. Parsons bu çalışmasını Marmara Denizi'nin dibindeki fay sisteminin jeolojik özelliklerine, tarihi depremlere, stres transferi ve ihtimal hesaplarına dayandırmıştır.[10]

Marmara Denizi ve İstanbul, deprem tehdidi altına girince yerbilimciler olarak ne yapacağımızı şaşırdık. Bunun ana nedeni de KAFZ'nun bu deniz altındaki durumunu hemen hemen hiç bilmemizdi. KAFZ İzmit Körfezi'nden Marmara'nın altına dalıyor, Gelibolu Yarımadası'nda karaya çıkarak Ege Denizi'ne kavuşuyordu. Marmara Denizi'nin altındaki gidişatı, doğrultusu nasıldı? Tek

bir hat şeklinde miydi? Eğer parçalı ise bu parçalar nelerdi? Onların boyutu ne kadardı? Birbirleriyle ilişkileri, bağlantıları nasıldı? Atımları ne kadardı? Arzın derinliklerine doğru nasıl ve ne kadar gidiyorlardı? Bunlar gibi daha birçok soru kafamızı meşgul ediyordu. Bu sorulara cevap bulabilmek ancak denizde ayrıntılı deniz jeolojisi ve jeofiziği çalışmaları yapmakla mümkün olabilirdi. Bunun için de donanımlı araştırma gemilerine ve her şeyden önemlisi bu konularda uzman araştırmacılara sahip olmak gerekirdi. Üzülerek söylüyorum ki her ikisi de elimizde yeteri kadar yoktu. Ülkemizde çeşitli üniversitelerdeki deniz bilimleri enstitülerinde araştırma gemileri vardı ama çoğu ya yeterli donanıma sahip değildi ya da çeşitli nedenlerden ötürü çalışır durumda değildi. Araştırma gemileri içerisinde en iyi durumda olanı MTA'nın *Sismik-1* gemisiydi. Üniversiteler olarak biz zaten bu gemiyle çeşitli deniz araştırmaları yapıyorduk. Ben 1990'lı yıllarda Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'nun (TÜBİTAK) deniz araştırmalarıyla ilgili bir grubunda görevliydim. 1995 yılında yerbilimleri konusunda üniversitelerde deniz araştırmalarını geliştirip teşvik etmek için Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) destekli bir proje başlatmış ve bunun için de MTA ile gemisini kullanmak için anlaşmıştık. Bu projenin TÜBİTAK adına koordinatörlüğünü de ben üstlenmiştim. *Sismik-1* ile Marmara Denizi'nde hummalı bir araştırma faaliyeti yürüttük. Binlerce kilometre uzunluğunda sismik ölçümler yaptık. Bu çalışmalar çok başarılı oldu ve daha depremin ilk yıllarında KAFZ'nun deniz altındaki özellikleri ve geometrisi yavaş yavaş belirmeye başladı. Bütün bu çalışmaları kendi olanaklarımız dahilinde yapmış ve bir ölçüde Marmara'nın dibindeki sis bulutlarını aralamıştık. Artık İstanbul'u ve bölgeyi tehdit eden canavarın neye benzediğini hayal meyal de olsa görmeye başlamıştık. Ama *Sismik-1* gemisiyle ihtiyaç duyduğumuz çok ışınlı batimetri, dipten çekmeli sismik, derin sismik ve sonar çalışmalarını gerçekleştiremiyorduk. Halbuki canlı fayları haritalayabilmek için bu çalışmalar zorunluydu. Gerçi çok ışınlı batimetri için bir ara Deniz Kuvvetleri Komutanlığı'na bağlı Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı'nın (SHOD) *Çubuklu-1* gemisini de kullandık. Ama artık çok daha ileri teknoloji cihazlarıyla donatılmış araştırma gemilerine ve denizaltı çalışma-

larında uzmanlaşmış ekiplerle birlikte çalışmaya ihtiyacımız vardı. Vakit geçirmeden bunları gerçekleştirmek için harekete geçtik. Bu konuda en büyük güvencemiz sevgili dostum Prof. Dr. Celal Şengör'dü. Celal'in Fransa'da Collage de France'da Prof. Dr. Xavier Le Pichon ile temasa geçmesiyle önümüz açıldı. Xavier'in desteğiyle Marmara Denizi'nde deprem araştırmaları için yardım almak maksadıyla TÜBİTAK olarak NATO Bilim Komitesi'ne başvurduk. Başvurumuz olumlu karşılandı. 2000 senesinin Mayıs ayında İstanbul'da bir NATO toplantısı düzenledik. Bu toplantıya çeşitli ülkelerden 83 kişi katıldı. Toplantıda İstanbul'da beklenen depremi ve bununla ilgili nelerin yapılması gerektiğini tartıştık. Üç ülke bizimle araştırma yapmaya talip oldu: Fransa, İtalya ve Amerika. Her üç ülke de deniz araştırmalarında çok güçlü ülkelerdi.

NATO toplantısından sonra özellikle Fransız ve İtalyanlarla çok sayıda özel donanımlı gemi ve denizaltılarla çalışmalar yaptık. Bu çalışmalarda Türk tarafının genel koordinatörlüğünü ben yürüttüm. Türk araştırmacıların çoğu İTÜ'lüydü. Ancak zaman zaman MTA ve diğer üniversitelerden de araştırmacılar katıldı. 2000-2008 yılları arasında araştırmalarda *Le Suroit*, *Odin Finder*, *Urania*, *Le Nadir*, *Marion Dufrasne* ve *L'Atalante* adlı araştırma gemileriyle *Victor* ve *Nautile* adlı iki denizaltı kullandık. *Victor* insansız, *Nautile* ise insanlı denizaltılardı. Ben *Nautile*'e binerek Marmara Denizi'nin 1250 m altına inip 7 saat süreyle KAFZ'nu kendi gözümle görüp inceledim. Bu benim için çok heyecanlı bir olaydı. Bu denizaltı ismini Jules Verne'nin *Denizler Altında Yirmi Bin Fersah* kitabındaki meşhur kaptan Nemo'nun gemisi *Nautilus*'tan almış. Ben de Jules Verne'den esinlenerek bir kitap yazmış ve adını da *Fay'a Seyahat* koymuştum.[11] Marmara Denizi'nde yapmış olduğumuz tüm bu araştırmalar sonucunda 1999 depremleri öncesi yerbilimleri açısından hemen hemen hiç bilinmeyen Marmara Denizi dünyanın en iyi bilinen iç denizi haline gelmiş ve bu deniz altındaki fay sistemi tüm ayrıntılarıyla aydınlığa kavuşmuştu (Şekil 7).[12] Burada bir sitemimi dile getirmeden geçemeyeceğim. Biz bütün bu araştırmaları hemen hemen ülkemizin beş kuruşunu harcamadan, tamamıyla Avrupa Birliği fonlarından ve dış kaynaklardan gerçekleştirdik. Bizim yaptığımız tüm Marmara Bölgesi'ni tehdit eden bir tehlikenin analiziydi.



Şekil 7: Marmara Denizi altındaki fay sistemi. AF=Adalar Fayı, KF= Kumburgaz Fayı, TF=Tekirdağ Fayı).[13]

Bugün beklenen İstanbul depremiyle ilgili bilinenlerin çoğu bu çalışmalar sayesinde biliniyor. Bu iş elbette ki bizim gibi birkaç bilim insanının görevi değildi. Beni üzen, bilim insanları olarak Türk hükümetlerinin yapması gereken bir işi yapmış olmamıza rağmen, ne bir hükümet yetkilisinden ne de kendi üniversitemizden bir takdir ve teşekkür görmememiz, hatta zaman zaman engellenmemiz. Ama bu konuda daha fazla da bir şey söylemek istemiyorum.

Şekil 7'de görüldüğü gibi Marmara Denizi'nin altında KAFZ'a ait doğrultu ve normal faylar içeren aktif bir fay sistemi var. Sistemde sağ yönlü doğrultu atımlı faylar egemendir. Normal atımlı faylara çoğu kez Çınarcık Havzası'nın güney kısımlarında rastlanıyor. Bu faylar potansiyel itibariyle en fazla 6 mertebesinde deprem üretebilirler. Marmara tabanını boydan boya kesen doğrultu atımlı fay üç kola ayrılır. Birinci kol yaklaşık 65 km uzunluğunda olup kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda adaların güneyinde uzanmaktadır (Adalar fayı). Bu kol uzun süredir hareketsiz ve kilitlidir, yani üzerinde depremler olmamakta ve enerji biriktirmektedir. Kırıldığı takdirde 6'lar mertebesinde deprem üretebilir. İkinci kol yaklaşık Yeşilköy açıklarında başlar ve orta Marmara çukurluğuna kadar devam eder (Kumburgaz fayı). Yaklaşık 70-75 km uzunluktadır ve bu da kilitlidir. Kırıldığı takdirde en az 7.2 büyüklükte deprem üretebilir. Üçüncü kol ise orta Marma-

ra çukurluğundan başlar ve Tekirdağ çukurluğuna kadar devam eder (Tekirdağ fayı).[14] Yapmış olduğumuz araştırmalar sırasında bu kolun büyük bir kısmının 1912 Şarköy depremi sırasında kırılmış olabileceğine ait bazı bulgular bulduk. Bu nedenden ötürü bu kolda öncelikli bir deprem beklentimiz yok. İlk önce kırılarak deprem üreteceğini düşündüğümüz kol Kumburgaz fayıdır. Nitekim Marmara'da olan son 26 Eylül 2019 (5.8) ve 11 Ocak 2020 depremleri (4.7) bu kolun batı ucunda gerçekleşince şahsen ben endişeye kapıldım. Hâlâ küçük de olsalar bu depremlerin beklenen Marmara depremini öne çekmiş olabileceğini düşünüyorum.

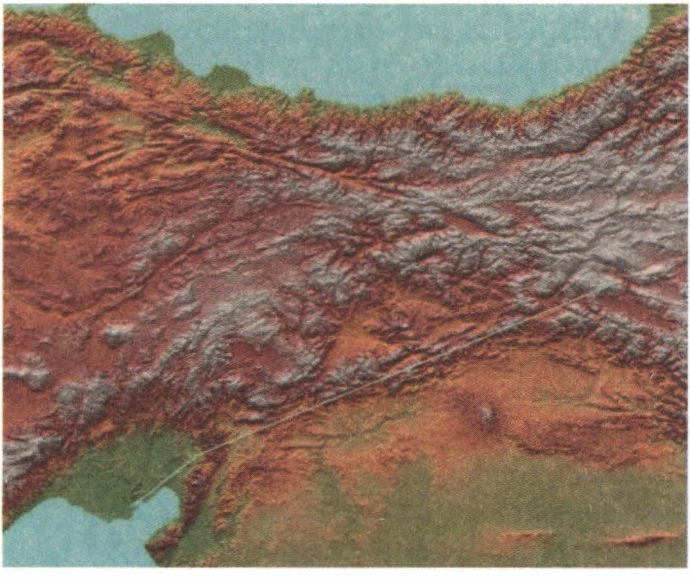
1999 İzmit ve Düzce depremlerine gelinceye kadar İstanbullular depremin ne olduğunu pek bilmiyor, ancak memleketin başka bir yerinde deprem olunca bunları radyo ve televizyonlardan duyup öğreniyorlardı. Bunun başlıca nedeni muhtemelen Marmara'nın altındaki faylarda deprem tekerrür periyodunun çok geniş aralıklı olmasıdır. Örneğin; İstanbul'u doğrudan etkileyecek olan kuzey kolda büyük depremlerin oluşum aralığı ortalama 250 yıldır. Bu zaman aralığına da nerdeyse üç nesil sığar. Doğal olarak da birçok insanın İstanbul'u bir deprem kenti olarak algılamaması normaldir. Halbuki basit bir araştırma yapılsa, Bizans ve Osmanlı kayıtlarında bu kentte belirli zamanlarda büyük depremlerin meydana gelmiş olduğu görülür. Milattan önce 2100 yılından 1900 yılına kadar, Marmara Bölgesi'nde 300'den fazla büyük deprem olmuş ve bu depremler de İstanbul'u etkilemiştir. Ben burada sadece KAFZ'nun Marmara Denizi içerisindeki kuzey kolu üzerinde meydana gelmiş olan önemli depremleri vereceğim. Bu depremler şunlardır: 10 Eylül 1509; 10 Mayıs 1556; 2 Eylül 1754 ve 22 Mayıs 1766. 1509 ve 1556 depremleri olasılıkla Kumburgaz fayının üzerinde meydana gelmiş 7'den büyük depremlerdir. 1754 depremi de muhtemelen Adalar fayının üzerinde oluşmuştur ve 6.8 büyüklüğündedir.[15] 1766 yılında bir değil üç ay ara ile iki deprem meydana gelmiştir. Bu iki depremle muhtemelen Marmara Denizi'nin altındaki tüm fay sistemi boydan boya kırılmıştır. Bu depremlerin tamamı aynı zamanda tsunami üretmiştir. Osmanlı kayıtlarında 1509 depremi sırasında deniz dalgalarının surları aştığı rivayet edilmiştir. Bu da yaklaşık 10 metreye denk gelen bir dalga yüksekliği demektir. Marmara'da tsunaminin nedeni

deniz altı heyelanlarıdır. Bu denizde büyük bir deprem olunca denizin kıta yamaçları sıkı bir şekilde sarsılır. Özellikle kuzey kıta yamacındaki kayalar şeyl dediğimiz kil ve siltten yapılmış olduğu için kolayca heyelan yapar ve tsunamiye neden olur. İTÜ'de Sinan Özeren, Celal Şengör ve benim de içinde olduğum bir ekiple yapmış olduğumuz bir araştırmada 17.000 sene önce Adaların güneyinde bir heyelan olduğunu ve bu heyelanın 10 m yüksekliğinde tsunami dalgası yarattığını bulmuş ve yayınlamıştık.[16]

Doğu Anadolu fay zonu (DAFZ)

Tektonik özellikleri

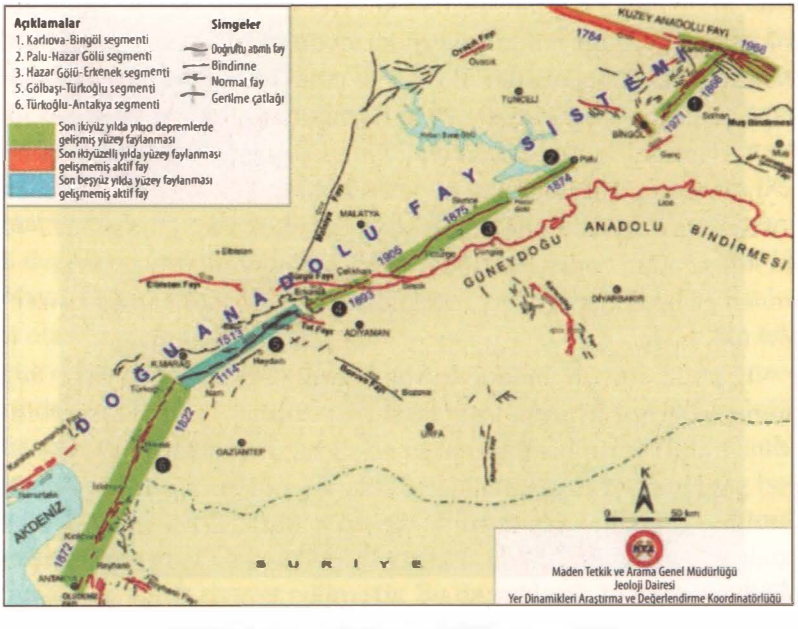
DAFZ ülkemizin ikinci büyük fay zonudur. Bu zon KAFZ ile DAFZ'nun kesiştiği Bingöl Karlıova'dan başlar ve İskenderun Körfezi'ne kadar uzanır. Sol yönlü doğrultu atımlı bir fay niteliğinde olan bu zon yaklaşık 600 km uzunluğundadır (Şekil 8). Bu fay Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından arazideki özelliklerine göre farklı kollara (segment) ayrılmıştır.



Şekil 8: Kuzey Anadolu (KAFZ) ve Doğu Anadolu (DAFZ) fay zonlarının uydu fotoğrafından görünüşü (DAFZ, beyaz çizgi).

Bu kollar şunlardır: Karlıova-Bingöl, Palu-Hazar Gölü, Hazar Gölü-Sincik, Çelikhan-Erkenek, Gölbaşı-Türkoğlu ve Türkoğlu-Antakya kolları (Şekil-9). Ben de dahil birçok araştırmacı DAFZ'nun Kahramanmaraş civarından güneybatıya doğru ayrılarak Osmaniye, Yumurtalık ve İskenderun Körfezi üzerinden Kıbrıs yayına bağlandığı düşüncesindedir. Dolayısıyla MTA'nın Türkoğlu-Antakya kolunun konumu itibariyle Ölüdeniz fayına ait olup olmadığı tartışmalıdır.[17] DAFZ üzerinde beklenebilecek en büyük deprem muhtemelen 7.5'tir. 20. yüzyılda bu kuşak üzerinde olmuş 5.5'ten büyük depremlerin sayısı 14'tür ve yine bu asırda olmuş en büyük deprem 22 Mayıs 1971 tarihli, 6,8 büyüklüğündeki Bingöl depremidir.

Kuşak üzerindeki son deprem ise 24 Ocak 2020 tarihinde gerçekleşen 6.8 büyüklüğündeki Elazığ depremidir. Geçen asırdan bu yana DAFZ kuşağında depremlerden dolayı ölen insan sayısı 5436'dır. Depremlerin odak derinliği 5-50 km arasında değişmektedir.[18]



Şekil 9: Doğu Anadolu fay zonu (DAFZ) ve kolları (MTA).

KAFZ ile kıyaslandığında DAFZ'nun son Elazığ depremine gelinceye kadar çok uzun süre büyük bir deprem üretmeyip suskun kalnuş olduğu görülür. 1971 Bingöl (6.8) ve 2010 Karakoçan (6.0) depremleri bir tarafa konulacak olursa DAFZ'nun üzerinde 19. yüzyıldan beri büyük bir deprem yoktur. Halbuki KAFZ 1939-1999 yılları arasında 7'den büyük bir deprem zinciri oluşturarak kırılmış ve enerjisinin önemli bir kısmını boşaltnuştır. DAFZ'nun bu sürede sessiz kalması ben de dahil birçok yerbilimcide endişe yaratnuştır. Benim korkum fayın enerji biriktiriyor olabileceği ve günün birinde büyük bir depremle harekete geçebileceğidir. Asıl endişem ise DAFZ'nun KAFZ gibi davranarak bir deprem zinciri oluşturması ve belirli aralıklarla peş peşe kırılarak enerjisini boşaltmasıdır. DAFZ boyunca olan yerleşim alanlarını ve oralardaki insanların deprem bilinci düzeyini ve yapı stokunun özelliklerini düşününce bu korkum daha da artıyor.

Uzun bir suskunluktan sonra DAFZ üzerinde olan 24 Ocak Elazığ depremi (6.8) önemli. Bu deprem sırasında bir miktar enerji fay doğrultusunda her iki yöne de (kuzeydoğu-güneybatı) transfer edilmiş olabilir. Kırılan kol Hazar Gölü-Sincik (Pütürge) olduğuna göre bir miktar enerji kuzeydoğudaki Palu-Hazar Gölü koluna yüklenmiş olabilir. Bu kol ile ciddi bir etkileşim içerisinde olabileceğini düşündüğüm 2010 Karakoçan (6.0) ve 1971 Bingöl (6.8) depremlerini göz önüne aldığımda bu enerji transferinin bu yönde önemli bir depreme neden olabileceğini sanmıyorum. Ancak güneybatı yönündeki Çelikhan-Erkenek ve Gölbaşı-Türkoğlu kollarından endişe duyuyorum. Hele, bu yörelerde de uzun zamandır büyük depremlerin olmaması beni ciddi olarak endişelendirmektedir.

Elazığlı olmam nedeniyle son Elazığ depreminden önce hep hemşerilerimi uyarma ihtiyacı duyuyordum. Çünkü Elazığlılar yaşadıkları yerin bir deprem kenti olduğunun farkında değillerdi. Şehrin imarında, planlamasında ve gelişmesinde de depremin hiç gözetilmediği kesindi. Ağırlıklı olarak 2005 yılından başlamak üzere İstanbul'da, Elazığ'da ve Malatya'da konferanslar verdim. Elazığlılara DAFZ'nu anlattım. Bu fayın harekete geçmesiyle büyük zararlara uğrayacaklarını, hatta özellikle, Karako-

çan ve Sivrice taraflarına dikkat edilmesi gerektiğini söyledim. Benzer uyarıları Malatyalılara da yaptım. Malatya'da hem İnönü Üniversitesi'nde hem de belediye/valilik organizasyonunda defalarca konuştum.[19] Bütün bu uyarılarıma rağmen pek bir şey yapılmadı ve 2010 senesinde Karakoçan'da deprem oldu ve yanılmıyorsam 51 kişi öldü. 2010 yılından sonra da her vesileyle hemşerilerimi uyarmayı sürdürdüm. Bu uyarıların birçoğunu da ülkemizin farklı bölgelerinde gerçekleşen depremler nedeniyle çıkıp konuştuğum ulusal televizyon ve radyo kanallarından yaptım. Bu uyarılarımda hep Sivrice'yi işaret ediyordum. Nitekim bu söylemlerim son 24 Ocak Elazığ (Sivrice) depreminden birkaç ay öncesine kadar sürdü. En son Sivrice'de deprem beklediğimi CNN Türk'te Sayın Hakan Çelik'in programında dile getirdim. Nihayet hepinizin bildiği gibi, Sivrice'de deprem oldu ve 41 vatandaşımız hayatını kaybetti ve Elazığ'daki yapı stokunun 1/3'ü kullanılamaz hale geldi. Bu depremden hemen sonra Hakan Çelik benim bu depremi nokta atışıyla bildiğimi sosyal medyada açıklayınca "depremi önceden bilen" adam olarak ünüm arttı. Kuşkusuz, benim yaptığım asla bir deprem tahmini değildi. Depremlerin kesin zaman ve mekân verilerek önceden bilinmesinin bugün için mümkün olmadığını hepimiz biliyoruz. Ben sadece Sivrice yöresindeki tarihi depremleri gözetip orada uzun zamandan beri depremin olmadığı gerçeğinden yola çıkarak insanlara ve yöneticilere dikkatli olunması gerektiğini söylemiştim.

Önemli depremleri

Tarihi ve aletsel dönemde DAFZ üzerinde de pek çok deprem olmuştur. Özellikle 19. yüzyılda çoğu 7'den büyük bir deprem zinciri gelişmiştir. Üzerinde bulunduğu fay kollarına göre bu depremler şunlardır: 1866 Karlıova-Bingöl depremi (7.2); 1874 Palu-Hazar Gölü depremi (7.1); 1875 Hazar Gölü-Sincik depremi (6.7) ve 1893 Çelikhan-Erkenek depremi (7.1). Ölüdeniz fay kuşağına ait olduğunu düşündüğümüz Türkoğlu-Antakya fay kolu üzerinde de bu yüzyılda 1822 (7.5) ve 1872 yıllarında depremler olmuştur. Gölbaşı-Türkoğlu kolu üzerinde 1513 yılından beri büyük bir deprem yoktur. Burada en son deprem 1513 yılında ve 7.4. büyüklü-

günde gerçekleşmiştir. Bu depremlerden görüldüğü gibi DAFZ da tıpkı KAFZ gibi stres transferiyle peş peşe büyük depremler oluşturarak enerjisini boşaltmaktadır.

Aletsel dönem depremlerine gelince bunları şu şekilde özetlemek mümkündür: 1905 Malatya depremi (6.8) Hazar Gölü-Sincik; 1971 Bingöl depremi (6.7) Karlıova-Bingöl; 2010 Karakoçan depremi (6.1) Palu-Hazar Gölü ve 2020 Elazığ depremi (6.8) Hazar Gölü-Sincik kolları üzerinde meydana gelmiştir. Ayrıca DAFZ'nun İskenderun Körfezi'ne doğru olan kesimlerinde de çok sayıda deprem olmuştur. Bu depremler de şunlardır: 1945-1952 Adana-Misis depremleri (5.7 ve 5.3); 1979 Adana-Kozan depremi (5.1); 1986 Gaziantep depremi (5.0); 1989 İskenderun depremi (4.0); 1998 Adana-Ceyhan depremi (5.0) ve 2001 Osmaniye depremidir (4.9).[20]

Anadolu levhası doğu kısmı (ALDK)

Tektonik özellikleri

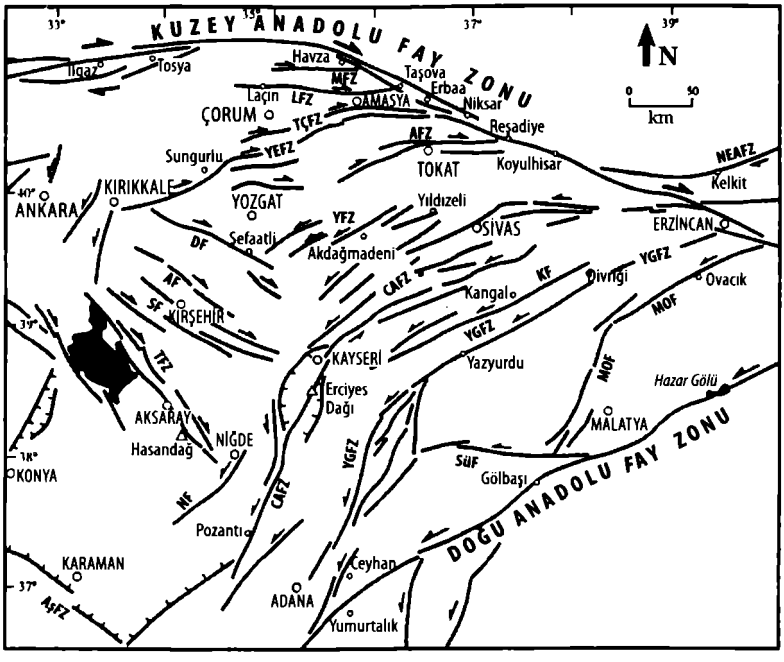
Bu deprem bölgesi İç Anadolu ile KAFZ ve DAFZ'nun kesişme noktası arasında kalan alanı kapsar. Dolayısıyla kuzeyden KAFZ, güneydoğudan DAFZ ile sınırlanır. Haritaya dikkat edilirse (Şekil-10) çok sayıda ve boyutta fay içerir. Bu fayları doğrultuları itibariyle iki ana gruba ayırmak mümkündür. Birinci grup kuzeyde çoğunlukla KAFZ'nun bir kolu olarak başlar, kısa bir mesafe için yaklaşık doğu-batı yönlü uzanır, daha sonra güneye doğru dönerek kuzeydoğu-güneybatı yönlü bir doğrultu kazanır (Şekil 10). Faylardaki bu tipik yönelim sahanın kuzey kısımlarında Amasya-Çorum-Kırıkkale hattına, güney kısımlarında ise Kayseri-Niğde hattına kadar uzanır (Şekil-10). Dikkat edilirse, bu faylar bölgede çoğunluktadır, egemen olarak sol yönlü doğrultu atımlıdır ve DAFZ'na paraleldir. İkinci grup faylar daha çok Aksaray-Yozgat arasında yer alır ve uzanımları kuzeybatı-güneydoğu yönlüdür. Bu ikinci sisteme ait fayların uzunlukları görece olarak birinci gruptakilerden daha kısadır. Birinci grup fay sistemi içerisinde şu fay zonlarını saymak mümkündür (Şekil-10): Malatya-Ovacık fay zonu (MOF), Yakapınar-Göksun fay zonu (YGFZ), Kangal

fayı (KF), Orta Anadolu fay zonu (OAFZ), Niğde fayı (NF), Yıldızeli fay zonu (YFZ), Almus fay zonu (AFZ), Yağmurlu-Ezinepazarı fay zonu (YEFZ), Taş Ova-Çorum fay zonu (TÇFZ), Laçin fay zonu (LFZ) ve Merzifon fay zonu (MFZ). İkinci grubun fayları ise şunlardır: Delice fayı (DF), Akpınar fayı (AF), Salanda fayı (SF) ve Tuzgölü fay zonu (TFZ).

Bu fay sistemleri karmaşık bir tektoniğin ürünü olarak meydana gelmişlerdir. Kitabın başlarında ülkemizde depremin neden meydana geldiğini anlatmış ve belli başlı deprem mekanizmalarını vermiştim. Afrika/Arap levhalarının Avrasya levhasına yaklaşması sonucu Doğu Anadolu'nun sıkıştığını ve bunun neticesi olarak Anadolu levhasının KAFZ ve DAFZ boyunca batıya doğru belirli bir hızla hareket ettiğini ve saat ibresinin aksi yönünde dönmeye başladığını belirtmiştim. Rijit bir cisim olan Anadolu levhası bu hareketler sonucunda kendi içinde kırılıp parçalanmış, bloklara ayrılıp deforme olmuş ve doğal olarak faylanmıştır. İşte Anadolu levhasının doğu kısmında gördüğümüz fayların çoğu bu türdendir.[21]

Birinci grup fayların içerisinde en etkin ve büyük olanları Malatya-Ovacık (MOF), Yakapınar-Göksun (YGFZ) ve Orta Anadolu fay zonlarıdır (OAFZ). İkinci grup faylar içerisinde en iyi bilineni de Tuz Gölü fay zonudur (TFZ). Aşağıdaki paragrafta bu faylara çok kısa olarak değinilecektir:

MOF yaklaşık 240 km uzunluğunda sol yönlü yanal atımlı bir fay zonudur. Erzincan'ın güney doğusundan KAFZ'dan bir kol halinde ayrılarak güneybatı yönünde Arapkir'in 15 km kuzeyine kadar uzanır ve buradan itibaren de güneye doğru daha keskin bir dönüşle Akçadağ'a (Malatya) doğru ilerler ve DAFZ ile birleşir (Şekil-10). Yerbilimciler arasında DAFZ'dan önce Arap/Anadolu levha sınırını MOF'un belirlediği de yaygın bir düşüncedir. YGFZ KAFZ'nun bir kolu olarak Erzincan'dan ayrılır, güneybatı yönünde belirgin bir hat olarak uzanır. Divriği (Sivas) ve Yazyurdu (Sivas) yerleşim alanlarından geçerek Tufanbeyli (Adana) yöresine kadar gelir ve burada bir dallanma yaptıktan sonra Adana'ya uzanır (Şekil-10). Uzunluğu aşağı yukarı 500 km kadardır. OAFZ da tıpkı YGFZ gibi Erzincan bölgesinde KAFZ'dan ayrılır. Bu da sol



Şekil 10: Anadolu levhası doğu kısmının tektonik özellikleri. Malatya-Ovacık fay zonu (MOF), Yakapınar-Göksun fay zonu (YGFZ), Kangal fayı (KF), Orta Anadolu fay zonu (OAFZ), Niğde fayı (NF), Yıldızeli fay zonu (YFZ), Almus fay zonu (AFZ), Yağmurlu-Ezinepazarı fay zonu (YEFZ), Taş Ova-Çorum fay zonu (TÇFZ), Laçin fay zonu (LFZ) ve Merzifon fay zonu (MFZ). İkinci grubun fayları ise şunlardır: Delice fayı (DF), Akpınar fayı (AF), Salanda fayı (SF) ve Tuzgölü fay zonu (TFZ).[22]

yönlü doğrultu atımlı bir faydır. Erzincan yöresi-Sivas arasında yaklaşık doğu-batı yönünde uzanır ve buradan itibaren de oldukça geniş bir fay zonu halinde güneybatıya kıvrılarak Kayseri'ye doğru yönelir ve Mersin yakınlarına kadar devam eder. Bu fay zonunun uzunluğu yaklaşık 730 km kadardır. Bu zon üzerinde özellikle Kayseri yöresinde çok sayıda volkan bulunur. OAFZ literatürde aynı zamanda Ecemiş fayı olarak da bilinir. TFZ, Tuz Gölü'nün doğusunda kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanan, yaklaşık 200 km uzunluğunda ve 20 km genişliğinde bir fay zonudur. Bu fay ağırlıklı olarak normal bileşenli, sağ yönlü yanal atımlı bir faydır.[23]

Önemli depremleri

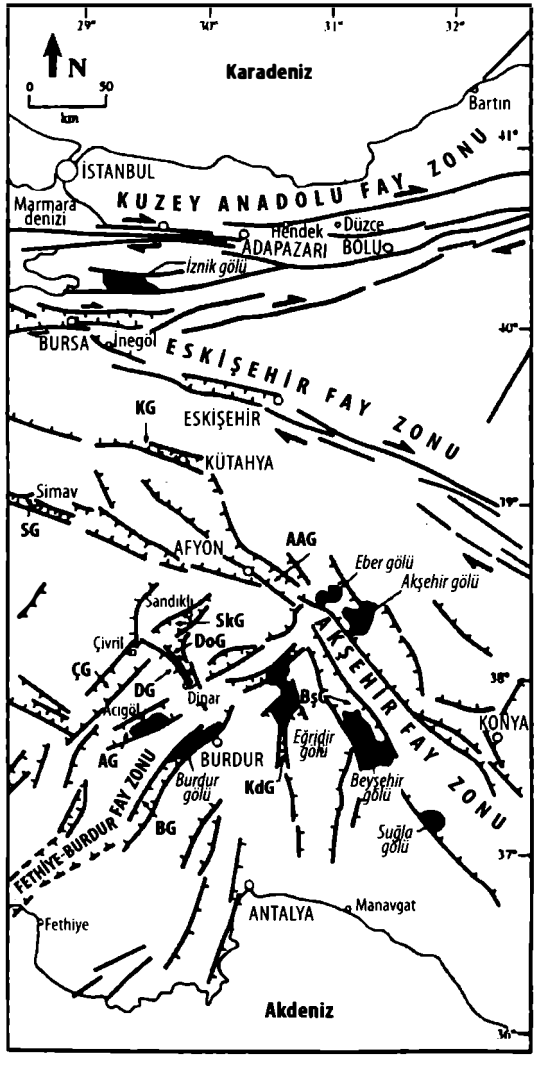
Anadolu levhasının doğu kısmının depremselliği incelendiğinde buranın, levhanın orta ve batı kısmına nazaran deprem yönünden çok daha sakin olduğu gözlenir. Bu bölgede meydana gelmiş belli başlı depremleri büyüklük ve oluştuğu fay zonuna göre şöyle sıralamak mümkündür: 1717 ve 1835 Ecemiş (OAFZ), 1914 Gemerek (5.6) (OAFZ), 1938 Kırşehir (6.8) (SF), 1940 Erciyes (5.3) (OAFZ), 1996 Mecitözü-Çorum (5.6) (TÇFZ) ve 1983 Kulu-Köşker (TFZ) depremleri.[24]

Anadolu levhası orta kısmı (ALOK)

Tektonik özellikleri

Anadolu levhasının orta kısmı derken Ankara-Konya ve Bursa-Fethiye hatları arasında kalan Anadolu kesimini kastediyorum (Şekil-11). Bu kesimde en kuzeydeki KAFZ'nu bir tarafa bırakırsak, tektonik hatlar ilginç bir geometri sunarlar. Kuzeyde, kuzeybatı-güneydoğu yönünde uzanan Eskişehir fay zonu yer alır. Bu fay sağ yönlü, yer yer düşey bileşenli ve doğrultu atımlıdır. Bursa-Uludağ'dan Afyon'a kadar uzanan ve KAFZ ile yaklaşık 45° açı yapan bu fay zonu hakkında, elimizde maalesef fazla bir bilgi yok. Bölgede görülen diğer fay zonları ise Akşehir ve Fethiye-Burdur'dur (AFZ ve FBFZ). Akşehir fay zonu Eskişehir fay zonuna bir paralellik gösterir. Fethiye-Burdur ise Akşehir fay zonunu dike yakın bir açıyla keser. Kesişme noktası aşağı yukarı Eber ve Akşehir gölleri civarındadır. Akşehir fay zonu kesişme bölgesinden kuzeybatıya doğru Simav ve Kütahya grabenlerine kadar da devam eder (Şekil-11). Fethiye-Burdur fay zonunun batısında kabaca zona paralel birtakım graben yapıları da gözlenir. Bu grabenler arasında Acıgöl, Çivril, Sandıklı ve Dinar grabenlerini saymak mümkündür. Fethiye-Burdur fay zonu Kıbrıs yayı içerisinde yer alan Plini-Strabo Transform fayının karadaki devamı olarak da kabul edilir. Hem Akşehir hem de Fethiye-Burdur fay zonları horst ve grabenlerle temsil edilen normal atımlı fay zonlarıdır. Ancak bu zonlar içerisindeki faylarda doğrultu atımlar da (oblik atım) yaygındır. Hatta bu nedenden dolayı Anadolu levhasının orta kısmındaki tek-

tonik rejim bir bakıma levhanın doğu kısmında egemen olan doğrultu atımlı fay sistemleri ile batıdaki Ege Bölgesi'nde etkin olan normal fay sistemleri arasında bir geçiş zonu olarak kabul edilir. Bu bölgede Antalya Körfezi'nin batısında ve kuzeyinde birtakım normal faylar da gözlenir. Bu faylar kesişen Fethiye-Burdur ve Akşehir fay zonlarına ait değildir ancak onların açı-ortayı konumunda gelişmişlerdir (Şekil-11).[26]



Şekil 11: Anadolu levhası orta kısmının fay zonları (AG=Acıgöl grabeni, AAG=Akşehir-Afyon grabeni, BG=Burdur grabeni, ÇG=Çivril grabeni, SkG=Sandıklı grabeni, DG=Dinar grabeni, DoG=Dombayova grabeni, KdG=Kovada grabeni, KG=Kütahya grabeni).[25]

Önemli depremleri

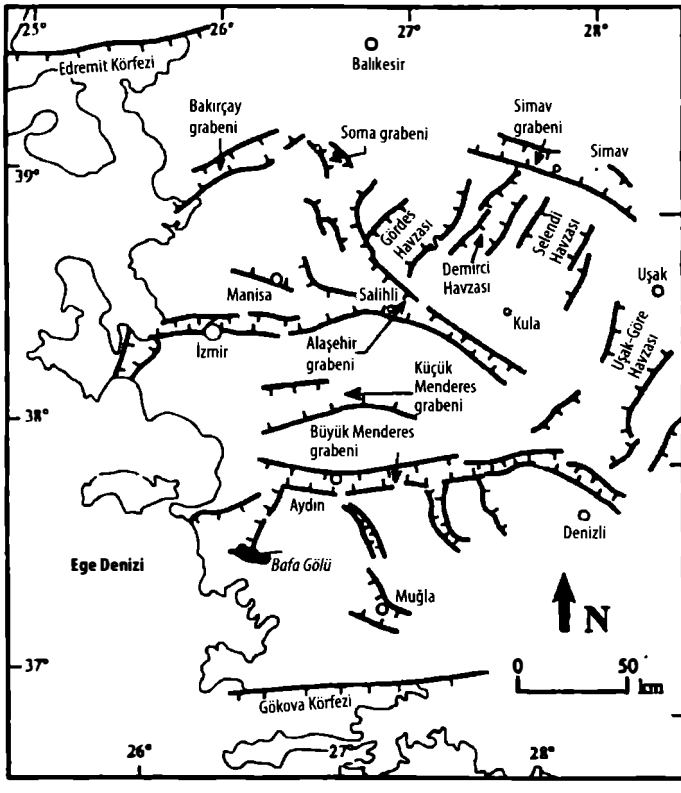
Anadolu levhasının orta kısmının depremselliği dikkat çekecek kadar fazladır. Bölgede çok sayıda ve 7 büyüklüğüne varacak kadar deprem olmuştur. Bilinen en önemli depremler şunlardır: 1914 ve 1971 Burdur (7.0, 6.2) (FBFZ), 1925 ve 1995 Dinar (5.8,

6.1) (Dinar grabeni), 1933 Çivril (5.8) (Çivril grabeni) ve 2000 Akşehir (5.8) (AFZ).[27]

Anadolu levhası batı kısmı (ALBK) (Ege Bölgesi)

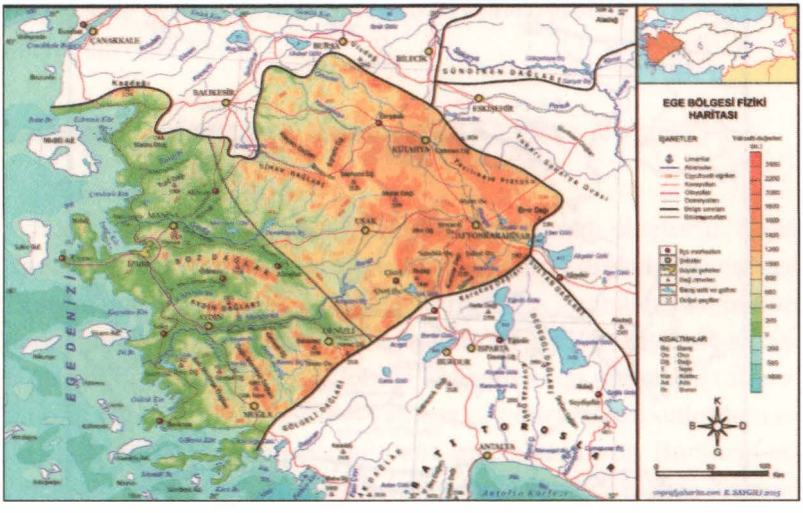
Tektonik özellikleri

Ege Bölgesi Anadolu levhasının en batı ucunu oluşturur. Daha önce de anlattığım gibi, bu levha batıya doğru hareket ettikçe Ege Bölgesi'nde Yunanistan anakarası tarafından engellenir ve bunun sonucunda da bölge kuzey-güney yönünde gerilir. Gerilmeye bağlı olarak Ege Bölgesi kendi içinde deforme olup parçalanarak doğu-batı yönlü horst ve graben yapıları oluşturur. Grabenler kenarları normal faylarla sınırlanmış çöküntü alanlarıdır. Bunların etrafındaki yükselti alanları ise horst yapıları olarak bilinir. Normal fay terminolojisiyle ifade etmek gerekirse grabenler çöken tavan blokunu, horstlar ise yükselen taban blokunu temsil ederler (Şekil 12). Bu grabenlerin bir kısmı doğu-batı, bir kısmı ise kuzeydoğu-güneybatı, kuzey-güney ve kuzeybatı-güneydoğu uzanımlıdırlar. Doğu-batı yönlü olanlar ana, diğerleri ise genellikle tali yapılardır. Ana grabenler şunlardır: Edremit, Gediz (Manisa-Alaşehir), Küçük Menderes, Büyük Menderes ve Gökova. Tali grabenler arasında ise Bakırçay, Soma, Simav, Gördes, Demirci, Selendi, Uşak-Güre ve Muğla grabenlerini saymak mümkündür. Şimdi bütün bu grabenlerin nasıl meydana geldiğini ve deprem açısından ne ifade ettiklerini aşağıdaki paragrafta özetlemeye çalışacağım. Anlatacaklarımın net olarak anlaşılması için Şekil 13 ile Şekil 12'nin karşılaştırmalı olarak ayrıntılı okunması faydalı olacaktır. Ege Bölgesi'nde gerek ana grabenler gerekse de tali grabenler çöküntü alanlarını oluşturdukları için bu yapıların içerisinden irili ufaklı akarsular akar. Çoğunlukla da grabenler bu akarsu isimleriyle anılırlar: Örneğin; Gediz grabeni, Büyük Menderes grabeni, Küçük Menderes grabeni, Bakırçay grabeni, Çine grabeni, Akçay grabeni vb. (Şekil 13). Horstlar ise grabenleri sınırlayan görece yüksek dağlardır. Bunlara da örnek verecek olursak Madra Dağı, Yunt Dağı, Boz Dağları, Aydın Dağları, Menteşe Dağları, vb. (Şekil 12 ve 13). Bana göre, Ege Bölgesi'nde iki ana graben çok önemlidir.[28] Ege'deki



Şekil 12: Ege Bölgesi'ndeki graben sistemleri.[29]

depremlerin önemli bir kısmı da bu iki grabenin hareketlerine bağlı olarak gelişmektedir. Bunlar kuzeydeki Gediz ve güneydeki Büyük Menderes grabenleridir. Boz ve Aydın Dağları bu grabenlerin ortak horstlarını oluşturmaktadırlar. Küçük Menderes grabeni bu birleşik horst içerisinde yeni açılmaya başlanuş görece daha sığ bir grabendir (Şekil 12 ve 13). Düşüncemize göre, Aydın/Bozdağ horstunu kuzeyden ve güneyden sınırlayan normal faylar, şekil itibariyle çocukların parkta oynadıkları kaydırağa benzerler. Yeryüzüne yakın derinliklerde daha dik, yeraltına indikçe daha yatay hale gelirler. Ege Bölgesi gerildikçe, tıpkı çocukların kaydırak üzerinde kaydıkları gibi, zaman zaman Gediz grabeninin kuzey kanadı (tavan bloku) Aydın/Bozdağ horstunun kuzey fayı, Büyük Men-

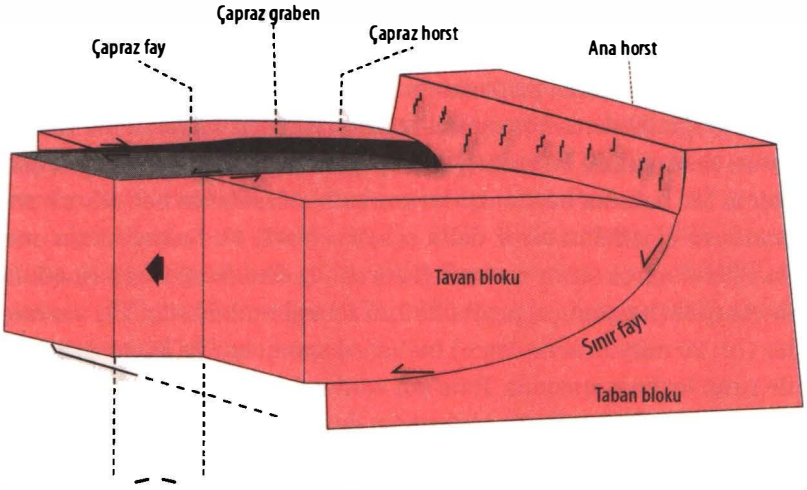


Şekil 13: Ege Bölgesi'nin fiziki coğrafya haritası.[30]

deres grabeninin güney kanadı (tavan bloku) da bu horstun güney fayı boyunca kayarlar. Bu kayma, kuşkusuz, tüm fay boyunca düzenli ve yeknesak olmaz ve bu nedenle de kayan tavan bloku farklı yönlerde deforme olur, parçalanır, kırılır ve ana sistemle açı yapacak şekilde tali grabenler ve bunları sınırlayan faylar oluşturur (Şekil 14). Bu durum Şekil 12'de çok net bir biçimde görülür. Gediz (Alaşehir) ve Büyük Menderes grabenlerinin kenarlarında ve bu grabenlerle açı yapacak şekilde gelişmiş olan grabenlerin çoğu bu şekilde gelişmiş tali grabenlerdir. Bu modele göre, Ege'de sözü edilen ana graben fayları boyunca herhangi bir hareket gerçekleştiğinde bu faylar üzerindeki tavan blokları belirli miktarda kaymaya uğrayacak ve bunun sonucunda da bu bloklar içerisinde gelişmiş faylar boyunca irili ufaklı depremler olacaktır.[31]

Önemli depremleri

Ege Bölgesi aktif faylar bakımından çok zengin olduğu için burada tarihi dönemlerden beri çok fazla deprem olmuştur. Belli başlı büyük depremler arasında şunları saymak mümkündür: 1653 Menderes, 1688 İzmir, 1850 ve 1862 Gediz grabeni, 1895 Bergama, 1899 Menderes, 1919 Soma (6,9), 1928 Torbalı (6,3), 1933



Şekil 14: Ana graben fayı boyunca tavan blokunun kayması sonucu tali graben ve kenar faylarının meydana gelmesi.[32]

Gökova (6,5), 1939 Dikili-Bergama (6,5), 1942 Edremit Körfezi-Ayvacık (6,8), 1956 Söke-Balat (7,1), 1965 Salihli (5,8), 1965 Honaz (5,3), 1969 Demirci (5,9), 1969 Alaşehir (6,5), 1970 Gediz (7,2), 1986 Çubukdağ (5,5), 2017 Gökova (6,6) ve 2020 Manisa/Akhisar-Kırkağaç depremleri (5,0-5,5).[33]

Kıbrıs yayı (KY)

Tektonik özellikleri

Daha önce de açıkladığım gibi, Kıbrıs yayı bir dalma-batma zonudur. Dalma-batma zonları çok ciddi deprem kuşaklarıdır. Bu zonlar boyunca bir levha diğer bir levhanın altına dalmakta ve bunun sonucunda da dünyanın en derin ve büyük depremleri olmaktadır. Kıbrıs yayı boyunca Afrika levhası Anadolu levhasının altına dalıp tüketilmektedir (Şekil 4). Afrika levhası Anadolu levhasının altına dalınca doğrudan arzın mantosu içerisine girer ve orada zamanla eriyerek yok olur. Kıbrıs'ın doğusunda dalma-batma tektoniği yerini DAFZ'nun sol yönlü doğrultu atımlı fay tektoniğine terk eder. Başka bir deyişle, DAFZ Karlıova'dan Kıbrıs'ın doğusuna kadar uzanarak Kıbrıs yayı ile birleşir ve Anadolu levhasını do-

ğu ve güneydoğudan sınırlar (Şekil 4). Afrika levhasının okyanusal kabuk kısmı dalma-batma zonunda eriyip yok olunca bu levha üzerindeki Afrika Kıtası da Anadolu levhasına yaklaşır. Bu da demektir ki Doğu Akdeniz bir zaman sonra tamamen kapanacak, Afrika Kıtası ile Anadolu birbirleriyle çarpışacaktır. Zaten şu anda da çarpışma bir bakıma başlamış durumdadır. Meselenin net olarak anlaşılması açısından biraz daha açayım. Şekil 4'e baktığınızda orada Bitlis-Zagros sütur zonunu görürsünüz. Bu sütur Doğu Anadolu ile Arap levhasının çarpışma hattını temsil etmektedir. Bir zamanlar (ör: 20 milyon sene önce) bu hat oluşmamıştı ve Doğu Anadolu ile Arap levhası arasında Tetis adı verilen bir okyanus vardı. Bu okyanus da bugünkü Doğu Akdeniz'in devamıydı. Tetis Okyanusu bir zamanlar ta Alp-Himalayalar'a kadar uzanıyordu. Bu okyanus ülkemizin bulunduğu bölgede yaklaşık 13 milyon sene önce kapandı ve bunun sonucu olarak da Arap levhası Doğu Anadolu ile çarpıştı ve bugün Güneydoğu Anadolu'da gördüğümüz dağ kuşakları oluştu (Bitlis-Zagros sütur zonu). Bir çeşni olsun diye söyleyeyim, 1995 senesinde Bursa'nın Paşalar yöresinde insanın ata formu olan bazı primat fosilleri bulunmuştu (*hominid*) ve bu primatların Afrika'dan geldiğine inanılıyordu. Benden de bunların ne zaman ve nasıl gelmiş olabileceğine dair bir makale istendi. Makale dünyaca ünlü *Journal of Human Evolution* dergisinde yayınlanacaktı. Bunun üzerine ben de bazı yakın arkadaşlarımla birlikte bir makale yazdım.[34] O makalede, hominidlerin, Arap levhasının 13 milyon sene önce Doğu Anadolu ile çarpışmasından sonra aradaki okyanus kolunun kapanmasıyla Türkiye'ye gelmiş olabileceklerini ileri sürmüştük. Bu çarpışma Doğu Anadolu ile Arap platformu arasında bir kara köprüsü oluşturmuş ve sözü edilen primatlar da bu yolu kullanarak Anadolu'ya geçmişlerdi. Hominidlerin ta Bursa'ya kadar ilerlemeleri ilginçtir. Muhtemelen o dönemde Bursa yöresinin iklim ve bitki örtüsü bu macera sever primatlara geldikleri yeri hatırlatmış olmalı ki yerleşmek için orayı seçmişlerdir.

Önemli depremleri

Kıbrıs yayı boyunca olan depremler çoğunlukla derin depremlerdir. Karada KAFZ veya DAFZ üzerinde meydana gelen deprem-

ler çoğunlukla 5-10 km derinliklerde olurken Kıbrıs yayında oluşan depremlerin odağı genellikle 50-120 km arasında değişmektedir. Tarihi zamanlarda Kıbrıs yayının batıya doğru devamı olan Helen yayı boyunca oldukça büyük depremler meydana gelmiştir. Kuşkusuz, Kıbrıs yayı üzerinde de görece büyük depremler vardır. Bunların belli başlıları şunlardır: 1741 Rodos, 1743 Antalya, 1922 Karpathos (Saros) (6.7), 1926 Rodos (7.0), 1926 Finike (6.8), 1941 Doğu Kıbrıs (5.9), 1953 Paphos (Baf) (6.1), 1948 Karpathos (7.2), 1957 Fethiye (6.7), 1996 Paphos (6.2) ve 2003 Antalya Körfez (4.8).[35]

2

Ülkemizdeki en büyük depremlere bazı örnekler

Bu bölümde ülkemizde meydana gelmiş, büyüklüğü 7.0 veya daha fazla olan önemli depremlerden bahsedeceğim. Gerçi ilgili bölümlerde bu depremlere değiniyoruz ama burada biraz daha ayrıntı vermeye gayret sarf edeceğim. Anlatacağım depremler tarih sırasıyla şunlardır: 1509 İstanbul, 1688 İzmir, 1766 İstanbul, 1789 Palu, 1894 İstanbul, 1912 Şarköy, 1914 Burdur, 1939 Erzincan, 1942 Erbaa-Niksar, 1953 Yenice-Gönen, 1970 Gediz, 1976 Çaldıran-Muradiye, 1999 İzmit, 1999 Düzce ve 2011 Van.

10 Eylül 1509 İstanbul Depremi (7.2)

Bu depremin tarihsel dönemlerde Marmara Denizi'nde olmuş en büyük depremlerden biri olduğu söylenir. Hatta bu deprem için Osmanlı tarihinde "kıyamet-i sugra", yani "küçük kıyamet" diye bir tabir de kullanılmıştır. Ancak hasar durumu incelendiğinde bu tanımın biraz abartılı olduğu anlaşılmaktadır. Enteresandır, her nedense, Osmanlı kayıtlarında bu depremle ilgili verilerin önemli bir kısmı abartılıdır. Bunun en güzel örneğini surlarda görmek mümkündür. Kimi kayıtlarda deprem sırasında 43.000-140.000 arşın (0.68 m) sur duvarının hasar gördüğü ve yıkıldığı söylenmiştir. Yaklaşık 29-95 kilometrelik bir bölümden söz ediyoruz. Halbuki o zaman İstanbul'un etrafındaki toplam sur uzunluğu 20 kilometre kadardır.[36] Depremin ta Kahire'den hissedildiği, Sultan II. Bayezid'in sarayı terk ederek Edirne'ye gittiği anlatılır.

Buna rağmen, İstanbul'a fazla uzak olmayan Tekirdağ, Gelibolu ve Edirne'de çok fazla hasar olduğuna dair bir kayda rastlanmamıştır.

1509 depremi sırasında İstanbul'da 1500-5000 insanın hayatını kaybettiği gerçekçi olarak düşünülmektedir. Bu kayıp o zamanki kent nüfusunun yüzde 0,4-2'sine denk gelmektedir. 10.000 kişinin de yaralandığı tahmin edilmektedir. Ölenler arasında Vezir Mustafa Paşa ve emrindeki 360 süvari de vardır. Kent içinde 1500 bina ve 109 mescit/cami ve surların bir kısmı yıkılmış, çok sayıda çeşme ve bent de zarar görmüştür. Fatih Sultan Camii ağır hasar almış, Ayasofya'nın sadece minaresi yıkılmış ve kubbe içindeki sıvaları dökülmüştür. Bu tarihi eserlerin aksine Topkapı Sarayı depremi hafif bir hasarla atlatmıştır. Depremde birçok yerde yangın çıkmış ve kent halkına büyük korku ve dehşet yaşatmıştır. Bu deprem sırasında surları aşacak boyutta bir tsunaminin de olduğu rivayet edilmiştir.

10 Eylül 1509 depreminin Marmara Denizi içerisindeki KAFZ'nun hangi kolu üzerinde olduğu tartışmalıdır. Yaltırak bu depremin deniz içerisindeki fay zonunun tümünün boydan boya kırılması sonucu olduğunu savunmuştur.[37] Ambraseys depremin Adalar fayı ile Kumburgaz fayının birlikte kırılması sonucu oluştuğunu ima etmiştir.[38] Erdik vd. ise depremin sadece Kumburgaz fayı üzerinde olduğunu söylemiştir.[39] Bölgeye verdiği hasarın boyutunu göz önüne aldığımda ben de şahsen Erdik vd. gibi düşünüyorum. Kanaatime göre 1509 depremi bugün Marmara'da beklediğimiz boyutta bir depremdi. Zaten Ambreseys de bu depremin büyüklüğünün 7.2 olabileceğini söylemiştir.

10 Temmuz 1688 İzmir Depremi (7.0-7.5)

İzmir kenti tektonik konumu gereği Batı Anadolu'nun yakın yörelerinde meydana gelen birçok depremden etkilenmektedir. Bu nedenden ötürü bazı tarihsel depremler başka kentlerde olduğu halde, İzmir depremi olarak gösterilmiştir. 1653 depremi böyle bir depremdir. Bu deprem muhtemelen Aydın kökenlidir ama İzmir'e mal edilmiştir. Ancak 1688 depremi İzmir içerisinde ve İz-

mir fayı üzerinde olmuştur. Bu deprem İzmir'i vuran en büyük deprem veya depremlerden biri olarak addedilmektedir. Büyüklüğü kimi kaynakta 7.0 kimisinde ise 7.5 olarak kabul edilmektedir. İzmir'in sahil kesimlerinde şiddetinin 10 olduğu konusunda ise pek bir tartışma yoktur. Bu deprem 20-30 saniye sürmüş ve bu sürede özellikle sahil kesimlerini çok şiddetli etkilemiştir. Buralarda büyük çatlaklar oluşmuş, sular fışkırmış ve kıyı kesimleri denize doğru ilerleyerek sahil topoğrafyasının değişimine neden olmuştur. Bu arada şehrin yapı stokunda büyük hasarlar meydana gelmiş ve kamu binalarının 3/4'ü yıkılmıştır. Bunların dışında şimdi Yeni Kale olarak anılan Sancakburnu Hisarı da yıkılarak sulara gömülmüştür. Ayrıca, Büyük Rum, St. George ve Ermeni kiliseleri de tamamen tahrip olmuştur. Şehrin çeşitli yerlerinde yangınlar çıkmış ve salgın hastalıklar baş göstermiştir. Depremde 5-20.000 İzmirlinin öldüğü söylenmektedir.[40]

22 Mayıs (7.1) ve 5 Ağustos 1766 (7.4) İstanbul depremleri

1766 yılında İstanbul'da, Marmara Denizi'nde iki buçuk ay içerisinde bir değil iki büyük deprem birden yaşanmıştır. İlk deprem 22 Mayıs 1766 tarihinde gerçekleşmiş ve en fazla Marmara Denizi'nin doğu kısımlarını etkilemiştir. İkinci deprem ise 5 Ağustos 1766 tarihinde olmuş ve daha çok denizin batı kısımlarını vurmuştur. Bu iki deprem sonucunda muhtemelen denizin altındaki tüm KAFZ boydan boya kırılmıştır. Birinci depremin büyüklüğü 7.1, ikincinin ise 7.4'tür. Mayıs depreminde Marmara Bölgesi ve İstanbul büyük hasar görmüştür. Bir dakikadan fazla süren bu deprem sırasında İstanbul'da Topkapı Sarayı, Fatih Camii, Ayasofya Camii, Galata Kulesi, Kapalıçarşı ve şehir surları büyük hasar görmüş, kıyılarda meydana gelen tsunami, limanları kullanılamayacak hale getirmiştir. Galata, Boğaziçi ve Mudanya kıyılarında deniz seviyesi yükselmiş ve Marmara Denizi'ndeki bazı adalar kısmen suya gömülmüştür. Artçıları 8 ay süren mayıs depremi İzmir'den Selanik'e kadar olan bölgeyi etkilemiş ve 4000'den fazla insanın ölümüne neden olmuştur. Ağustos ayı içerisinde ge-

len ikinci deprem mayıs depremine nazaran ağırlıklı olarak Marmara Bölgesi'nin batısını ama çok daha geniş bir alanı kapsamıştır. Tekirdağ, Gelibolu, Biga, Trakya ve Bursa gibi yerler depremden şiddetli bir şekilde etkilenmiştir. Özellikle Gelibolu Yarımadası'ndaki Ganos fayı boyunca olan Gaziköy, Gölcük, Güzelköy, Yeniköy ve Şarköy büyük yıkım görmüştür. Yine bu bölgedeki Saros, Seddülbahir ve Kilitbahir kaleleri ciddi hasar almıştır. İstanbul'da hasar görece daha az olmuştur. Bu deprem sırasında tsunami de olmamıştır.[41]

28 Mayıs-2 Haziran (?) 1789 Palu depremi (7.0)

Bu deprem 28 Mayıs-2 Haziran (?) tarihinde Ramazan ayında olmuştur ve büyüklüğü 7.0'dır. Depremde Harput (Elazığ), Mazgirt (Tunceli), Çemişgezek (Tunceli), Peri (Tunceli), Palu (Elazığ) ve Keban (Elazığ) ciddi şekilde etkilenmiştir. Peri'de, Büyük Camii'de, teravih namazı kılan çok sayıda insan caminin çökmesiyle hayatını kaybetmiştir. Bu arada tüm deprem bölgesinde çok sayıda bina yıkılmış ve birçok Ermeni kilisesi tahrip olmuştur. Depremdeki can kaybı konusunda veriler çelişkilidir. Kimi kaynaklara göre 8.000 veya 10.000 kişi, kimisine göre ise 51.000 kişi hayatını kaybetmiştir. Benzer çelişki depremin yerleşim alanlarındaki tahribatı için de geçerlidir. Depremden etkilendiği söylenen bazı yerlerdeki Osmanlı kayıtlarında depremle ilgili doğru dürüst bir tasvire veya tutanağa rastlanmamıştır. Bu kadar büyük olduğu söylenilen bir depremden fazla söz edilmemiş olması da normal değildir. Anlaşılan 1789 Palu depremi ile ilgili can kaybı bilgileri abartılıdır, zira o dönemde o kadar bir nüfusun o yörede yaşamadığı düşünülmektedir.[42]

10 Temmuz 1894 İstanbul depremi (7.3)

Bu deprem ağırlıklı olarak İzmit Körfezi taraflarına daha fazla zarar vermiştir. Muhtemelen 1999 İzmit depreminin olduğu fay kesimi ile Adalar fayını kırmıştır. Büyüklüğü 7.3 olarak tahmin edilmektedir. Deprem gittikçe şiddetlenen ve yaklaşık 17-20 sani-

ye süren üç ayrı sarsıntı şeklinde hissedilmiştir. Bu sarsıntılar sonucu İstanbul'da binlerce bina hasar görmüştür. Kapalıçarşı, Bitpazarı ve Mercan Çarşısı tarafları tamamen yıkılmış ve Mercan Sokağı'nda yerden kükürtlü su fışkırmıştır. Ayrıca Fatih, Beşiktaş, Ortaköy, Sultanahmet, Aksaray, Edirnekapı, Topkapı, Balat ve Bakırköy tarafları da ağır hasar almıştır. Beyoğlu ve Boğaziçi muhitleri fazla zarar görmemiştir. Ayasofya ve Sultanahmet camilerinin hasar almadığı bu depremde, İstanbul'un değişik yerlerinde yeryüzünde büyük yarık, çatlak ve çöküntüler oluşmuştur. Sirkeci, Ambarlı, Heybeliada, Kınalıada ve Burgazada bu yapıların görüldüğü yerlerdir. 1894 depremine tsunami de eşlik etmiştir. Hemen deprem öncesinde bazı yerlerde deniz 200 m kadar çekilmiş ve ardından şiddetli tsunami dalgaları gelmiştir. Bu depremde 1087 ev ve 299 dükkârun yıkıldığı, 1349 kişinin öldüğü ve 482 kişinin de yaralandığı söylenmektedir. Artçı sarsıntıları 8 Ağustos 1894 tarihine kadar süren bu depremin İstanbul'da çok büyük korku ve paniğe neden olması üzerine o zamanki padişah II. Abdülhamid deprem konusunda bilimsel bir araştırma istemiş ve bunun için de Atina Rasathanesi Müdürü Eginitis İstanbul'a getirilmiştir. Eginitis ve arkadaşlarının yazdığı bir rapor doğrultusunda afetin yaraları sarılmıştır.[43]

9 Ağustos 1912 Şarköy depremi (7.3-7.4)

Bu deprem Ganos fayı üzerinde olmuştur. 7.3-7.4 büyüklüğünde ve maksimum 10 şiddetindedir. Yaklaşık 40-50 saniye sürmüştür. Depremden en çok Şarköy ve Mürefte etkilenmiştir; buralarda adeta ayakta kalan bina kalmamıştır. Bina hasarlarının bu denli fazla oluşuna deprem sırasında çıkan yangınlar da katkıda bulunmuştur. Bu iki yerleşim alanımızın dışında bina hasarlarına çok geniş bir alanda da rastlanır. Çanakkale, Gelibolu, Tekirdağ, İstanbul ve Bursa hasar alan yerler arasındadır. Çanakkale'de sahile yakın binalar büyük hasar görmüştür. Gelibolu'da hükümet konağı, adliye binası, saat kuleleri ve pek çok ev yıkılmıştır. Ayrıca bu ilçemizde Gazi Süleyman Paşa Camii dahil, yedi camimiz de hasar görmüştür. Tekirdağ'da Gümrük Camii çökmüş, iskeleye yakın

Paşa Camii'yle yakındaki saat kulesi hasar almıştır. İstanbul'da Ortaköy Camii'nin duvar ve minareleri çatlamış, Unkapanı'nda bir bina yıkılmış, Beyoğlu, Topkapı ve Kasımpaşa'da bazı binalarda hasar görülmüştür. Çeşitli kaynaklara göre bu depremde 1.115-2.836 kişi ölmüş, 7.353 kişi yaralanmış, 24.980 bina yıkılmış ve 15.000'den fazla bina da hasar görmüştür. Deprem sırasında tsunaminin de oluştuğu söylenmiştir.[44]

3 Ekim 1914 Burdur depremi (7.0)

Bu deprem Fethiye-Burdur fay zonu içerisinde meydana gelmiştir. Büyüklüğü 7.0, en büyük şiddeti ise 9 olarak belirlenmiştir. Burdur ve Isparta'da çok büyük bir yıkım olmuştur. Burdur'da evlerin neredeyse tamamı, cami ve tarihi eserler yıkılmış veya ağır hasar görmüştür. Burdur'un sembolü olan Ulu Camii de ciddi şekilde tahrip edilmiştir. Benzer büyüklükte yıkım Isparta ve Keçiborlu'da da olmuştur. Bina hasarları Antalya köylerine kadar uzanmıştır. Burdur ve Isparta'da göçük altında çok sayıda insan kalmış ve özellikle Burdur'da bu durumdaki 110 kişi kurtarılmıştır. Depremde yıkılan toplam ev sayısı 17.000'i bulmuştur. Deprem Konya, Ilgın, Yenişehir, Akşehir, Denizli, Antalya, Çivril, Seydişehir, Denizli, Alaşehir, Bolvadin ve Kütahya yörelerinde de hissedilmiş ama buralarda fazla bir zarar olmamıştır. Depremde çoğu Burdur ve Isparta olmak üzere 2.344 kişi ölmüş, 681 kişi de yaralanmıştır.[45]

27 Aralık 1939 Erzincan depremi (7.9-8.0)

Bu deprem 20. yüzyılda ülkemizde meydana gelmiş en büyük depremdir. Büyüklüğü 7.9-8.0, şiddeti 11'dir. Bir kış günü meydana gelmiştir. Deprem gecesi hava sıcaklığı -30'ların üzerindedir. 52 saniye süren deprem sırasında 32.962 insan ölmüş ve 100.000 kişi yaralanmıştır. Zorlu kış şartlarında depremzedelere ulaşma, göçük altından kurtarma ve yardım ulaştırma zorlukla yapılmış ve maalesef soğuk nedeniyle de hayatlarını kaybedenler olmuştur. Bölge genelinde 116.720 bina yıkılmıştır. Deprem tüm Doğu

Anadolu'da ciddi şekilde hissedilmiş, komşu illerde zayiat görülmüştür. Tokat ve ilçelerinde 3.378 bina yıkılmış, 2.274 kişi hayatını kaybetmiş ve 668 kişi de yaralanmıştır. Bu ilde en fazla hasar KAFZ boyunca dizilmiş olan Reşadiye, Erbaa ve Niksar'da tespit edilmiştir. Bunun sebebi de deprem sırasında Kelkit Çayı vadisi boyunca Erzincan'dan Niksar'a kadar olan 350 km'lik fay kesiminin kırılmış olmasıdır. Deprem sırasında Kelkit Çayı'nın yer yer taştığı ve yatak değiştirdiği de görülmüştür.[46]

20 Aralık 1942 Erbaa-Niksar depremi (7.1)

Depremin büyüklüğü 7.1, şiddeti 9-10 olarak belirlenmiştir. KAFZ içerisinde meydana gelmiş çok tahripkâr bir depremdir. Özellikle Erbaa neredeyse haritadan silinmiştir. Burada büyük hamam ile birkaç yapı ancak ayakta kalabilmiş, belediye binası, 2.295 ev, 4 otel, 4 fırın, 127 dükkân, 8 kahve ve 13 depo yerle bir olmuştur. Deprem sırasında 16 yerde yangın çıkmış, tutuşan evlerin tamamı yanarak kül olmuştur. Depremde 443 kişi ölmüş ve 645 kişi yaralanmıştır. Bu depremden sonra Erbaa'nın fay zonunda ve alüvyon zemin üzerinde kurulmuş olması nedeniyle Bakanlar Kurulu kararıyla yeri değiştirilmiş ve daha uygun bir yere taşınmıştır. Niksar bu depremi görece daha az zayiatla atlatmıştır. Burada 53 kişi ölmüş 120 kişi yaralanmıştır. Niksar'da tamamen yıkılan ev sayısı 410'u, hasarlı bina sayısı da 450'yi bulmuştur. Bölge genelinde deprem nedeniyle 3.000 kişi can verirken, 6.300 kişi de yaralanmıştır. Deprem geniş bir bölgede hissedilmiş ve Kafkaslarda Zugdidi'de hasara neden olduğu söylenmiştir.[47]

18 Mart 1953 Yenice-Gönen depremi (7.2)

Deprem KAFZ'nun Biga Yarımadası'ndaki güney koluna ait Yenice-Gönen fayı üzerinde meydana gelmiştir. Büyüklüğü 7.2 olan bu deprem Sakarya, İstanbul, Bursa, Balıkesir, İzmir, Edirne, Bulgaristan, güney Romanya ve Yunanistan'da hissedilmiş ve Edremit Körfezi ile Marmara arasında ciddi hasara neden olmuştur. Bölgede 8.000'den fazla ev, kamu binası ve ibadethane hara-

be haline gelmiştir; 211 okul, 176 resmi bina ve 27 cami yıkılmıştır. Depremde ölenlerin sayısı 265'tir. Fay hattına yakınlık ve zemin özellikleri nedeniyle Yenice ve Gönen en yoğun etkilenen ilçeler olmuştur. Yenice'de 450 evden 420'i ağır hasar almış ve 192 kişi yaşamını yitirmiştir. Gönen'de ise 2.449 yapıdan 738'i ciddi hasar görmüş ve 16 kişi ölmüştür.[48]

28 Mart 1970 Gediz depremi (7.2)

Bu deprem muhtemelen Simav grabeninin doğuya doğru devamında, Gediz-Emet hattı doğrultusunda kuzeybatı-güneydoğu uzanımlı bir çapraz graben içerisinde meydana gelmiştir. Depremin büyüklüğü 7.2 olup en büyük şiddeti 9'dur. Deprem esnasında birçok yerde kaya düşmesi, heyelan ve bazı yerlerde de sıcak su kaynakları oluşmuştur. Kısa süren depremde Gediz ve çevresindeki 3.000 km^2'lik bir alanda inanılmayacak boyutta bir hasar görülmüştür. 3.500 ev tamamen yıkılnuş, 7.000 ev ağır hasar almış ve 10.600 binada da az hasar görülmüştür. Bölgede 33.000 aile evsiz kalmıştır. Ayrıca Çavdarhisar köyü yakınındaki Romalılara ait Zeus Tapınağı da yıkılmıştır. Bu boyuttaki bir yapısal hasar muhtemelen o zamanki yapı stokunun kalitesizliğiyle ilgilidir çünkü iyi yapılmış köprü, sulama kanalı ve bazı betonarme yapılarda pek hasar görülmemiştir. Depremde 1.086 kişi hayatını kaybetmiş ve 1.260 kişi de yaralanmıştır. Depremden sonra Gediz tamamen tahrip edildiği için 7 km uzakta Uşak yolu üzerinde yeni bir yere taşınmış ve yıkılan Gediz'e de Eski Gediz adı verilmiştir.[49]

24 Kasım 1976 Çaldıran-Muradiye depremi (7.0-7.1)

Deprem bölgede havaların soğuduğu bir zamanda Çaldıran fayı üzerinde meydana gelmiştir. Yörede 3840 kişi hayatını kaybetmiş ve 497 kişi de yaralanmıştır. Kar ve yağmur kurtarma çalışmalarını etkilemiştir. Hatta, gece hava sıcaklığının -17 dereceye düşmesi nedeniyle soğuktan donanlar olmuştur. Depremin büyüklüğü 7.0-7.1 ve en büyük şiddeti de 9'u bulmuştur. Sarsıntı

tüm Doğu Anadolu, İran ve Kafkaslar'dan hissedilmiştir. Muradiye ve Çaldıran'da ağır olmak üzere Erciş, Özalp, Ağrı, Diyadin ve Taşlıçay'da hasar oluşmuştur. Buralarda toplam olarak 9.232 bina bir daha kullanılamayacak hale gelmiştir. Bu kadar fazla yapı hasarının olması muhtemelen bölgenin kırsal yerleşim alanlarındaki yapı stokunun özelliğiyle ilgilidir. Buradaki yapılar çoğunlukla yığma duvarlı taş, kerpiç ve bunların karışımı ahşap evlerdir. Deprem nedeniyle Van Gölü'nün kuzey kıyısı güneydekine nazaran 16 cm yükselmiştir.[50]

17 Ağustos 1999 İzmit depremi (7.4)

Bu deprem 20. yüzyılda ülkemizde olan en büyük son depremdir. Büyüklüğü 7.4, en büyük şiddeti ise Körfez, İzmit, Gölcük, Değirmendere, Yalova, Çınarcık ve Adapazarı'nda 10 civarındadır. KAFZ'nun Gölyaka-Karamürsel arasında uzanan bölümünde meydana gelmiş ve 45 saniye sürmüştür. Deprem, ülkenin birçok yerinde hissedilmiş ve geniş bir coğrafyada yıkıma ve can kaybına neden olmuştur. 420.000 kişinin yaşadığı ve 98.175 konutun bulunduğu afet bölgesindeki konutların yüzde 33'ü ağır, yüzde 15'i orta hasar almış ve yaklaşık 120.000 aile evsiz kalmıştır. Yapı hasarının fazlalığında inşaat kalitesi kadar yerleşim alanlarındaki zeminin de önemli bir payı vardır. Bölgedeki yapıların önemli bir kısmı zemin büyütmesi ve sıvılaşmaya neden olabilecek taşıma gücü zayıf yerlerde inşa edilmiştir. Depremde can kaybı geniş alanlara yayılmıştır. Gölcük, Kocaeli, Sakarya, Yalova, İstanbul, Bolu, Bursa, Eskişehir ve Zonguldak'ta 18.373 kişi ölmüş ve 48.000'den fazla kişi de yaralanmıştır. Körfez'de birçok sanayi tesisi tahrip olmuş ve TÜPRAŞ'ta günlerce süren yangın meydana gelmiştir. Depremden sonra Körfez boyunca gaz ve su çıkışları olmuş, su kaynaklarının kimyası değişmiştir. Ayrıca Gölcük-Değirmendere arasında kıyıda çökmeler olmuş, bazı binalar su altında kalmıştır. Bu depremden sonra yüksekliği 2 m'yi aşan bir tsunami de oluşmuştur.[51]

12 Kasım 1999 Düzce depremi (7.2)

İzmit depreminden sonra, Düzce ve çevresinde 7.2 büyüklüğünde bir deprem daha meydana gelmiş ve böylece Marmara Bölgesi ve yakın doğusu 3 ay ara ile 7'nin üzerinde iki depremle sarsılnuştır. Deprem KAFZ içerisinde, 1999 İzmit depremini oluşturan fayın doğu devamında bulunan ve 1967 Adapazarı depremi sırasında kırılmamış olan kesim üzerinde olmuştur. Bir bakıma 1999 İzmit depremi doğuya doğru stres transfer ederek 12 Kasım Düzce depremini tetiklemiştir. 30 saniye süren depremde 710 kişi hayatını kaybetmiş, 2.679 kişi yaralanmış ve binlerce kişi evsiz kalmıştır. Toplam olarak 16.666 konut ve 3.857 işyeri yıkılmıştır. En fazla can kaybı ve yapı hasarı fay boyunca olan yerleşim alanlarında ve Düzce'de görülmüştür. Düzce'deki yapı hasarında kentin üzerinde kurulduğu çürük zeminin önemli rolü olmuştur. Depremde Düzce'de yangınlar çıkmış ama güçlükle müdahale edilmiştir çünkü itfaiye müdürlüğü binası yıkılmış ve birçok itfaiyeci göçük altında kalnuştır. Ayrıca kentte Merkez Camii, vergi dairesi, lise, belediye ve hastane binaları yıkılırken, Düzce Üniversitesi binaları ağır hasar almıştır. Bütün bunlara rağmen 17 Ağustos depreminin deneyimiyle yine de Düzce'de acil müdahale, yardım, arama ve kurtarma çalışmaları hızlı yapılnuş ve enkaz altından yüzlerce kişi sağ olarak kurtarılmıştır.[52]

23 Ekim 2011 Van depremi (7.2)

Ülkemizde 21. yüzyılda olmuş ilk büyük depremdir. 7.2 büyüklüğündedir. Van Gölü ile Erçek Gölü arasında doğu-batı yönünde uzanan ve bir bindirme fayı olan Van fayı üzerinde meydana gelmiştir. Diyarbakır, Batman, Şırnak, Muş, Erzurum, Bingöl, Bitlis, Siirt, Ağrı ve Iğdır'da hissedilmiş ve episantır bölgesi olan Van ve Erciş yerleşim alanlarında ağır hasara neden olmuştur. 28 Ekim günü AFAD'dan yapılan açıklamada Van ili Merkez ilçesi, köyleri ve Erciş ilçesi merkez mahallelerinde 5.739 binanın ağır hasarlı ve 4.882 binanın da orta-az hasarlı olduğu tespit edilmiştir. Depremde 604 kişi ölürken 4.000'den fazla insan da yaralanmıştır.

Depremden sonra Van Gölü'nün kıyı çizgisinde 10-40 cm arasında değişmeler ve çevrede çeşitli yerlerde sıvılaşma ve kütle hareketleri de görülmüştür. Ayrıca depremin etkisiyle elektrik ve telefon hatları kesilmiş, Van-Erciş karayolu üzerinde çökmeler meydana gelmiş, doğalgaz ve su şebekeleri de hasar görmüştür.[53]

3

Depreme hazırlık çalışmaları ve afet yönetimi

Depreme hazırlık

Bir ülke veya kent boyutunda depreme hazırlık üç temel başlık altında toplanabilecek çalışmaları yapmak suretiyle gerçekleştirilebilir: tehlike analizi, risk analizi ve zarar azaltma çalışmaları. Bu başlıklar altında yapılması gereken çalışmalar aşağıda ayrıntıyla incelenecektir:

Tehlike analizi

Deprem bir bölgeyi, bir kenti tehdit eden çok önemli bir doğa olayıdır. 1999 depremleri sonrasında tüm Marmara Bölgesi ve dolayısıyla da İstanbul yeni bir deprem tehdidi altına girmiştir. Bu kentte en az 7,2 büyüklükte bir deprem bekliyoruz. Yerel yöneticilerimizi ve hükümeti yaklaşan bu tehlike karşısında önlem almaya davet ediyoruz. Yöneticiler depremi durduramayacaklarına göre, depremde olması muhtemel zararların önüne geçebilecek tedbirleri alacaklardır. Bunun için de deprem hakkında ayrıntılı bilimsel verilere ihtiyaçları vardır. İşte biz bu bilimsel araştırmalara dayalı veri toplama işine *tehlike analizi* diyoruz. Tehlike analizi bir yetkiliye deprem nerede, ne zaman ve nasıl olacaktır, hangi büyüklükte gerçekleşecektir, sarsıntının boyutu ve dağılımı nasıl olacaktır, depremin şiddeti kent ölçeğinde nasıl değişecektir gibi soruların cevabını verir. İşte bu ve benzeri soruların

cevabını almak için yapılacak araştırmaların tümüne tehlike analizi denir. Depreme karşı herhangi bir hazırlık çalışmasına başlamadan önce bu analiz çalışmasının yapılması gerekir. Bu nedenle kent (veya hükümet) yöneticilerinin acilen bu bilgileri istemesi beklenir. Ama üzülerek söylemeliyim ki İstanbul veya Marmara Bölgesi deprem tehlikesiyle karşı karşıya kaldığında ne kent yöneticilerinin ne de dönemin hükümetlerinin bu konuda ciddi bir talepleri oldu. Böyle bir analize hiç ihtiyaç duymadılar. Duymuş olsalardı Marmara Denizi'ndeki deprem araştırmaları devlet eliyle yürütülürdü. Daha önce de belirttiğim gibi, bu çalışmaları TÜBİTAK, MTA ve Deniz Kuvvetleri'nin yardımlarıyla ben ve arkadaşlarım (ağırlıklı olarak M. N. Çağatay ve A.M. Celal Şengör) İTÜ'de Avrupa Birliği projelerine girmek suretiyle uluslararası ekip, ekipman ve kaynaklarla yürüttük. Devletin yapması gereken bütün bu işleri ülkemizin parasını harcamadan başardık. Bugün Marmara Denizi'ndeki fay sistemi hakkında bilinen verilerin çok büyük bir yüzdesini biz ürettik. Bin bir zorluk ve özveriyle biz bu çalışmaları yaparken depreme karşı önlem alması gereken mercilerin hiçbiri bizimle ilgilenmedi; ne ihtiyaçlarımızı sordular ne de bizden bir şey talep ettiler. Zaman zaman bazı kongre ve konferanslarınıza kimi bakanlar katılıp dinlediler. Hatta isimlerini vermek istemediğim bazı bakanlar dile getirmiş olduğumuz bazı önerileri uygulayacaklarına dair söz de verdiler ama nedense bu sözlerini de tutmadılar. Bu vefasız tutum sadece yerel yönetim veya hükümetlerden gelmedi, aynı şeyi kendi üniversitemiz de yaptı. Hiçbir zaman bizlere sahip çıkmadı, kimi zaman bize karşı yapılan haksız saldırılara karşı kurumsal olarak bizi korumadı. Şimdi belki de her şeye rağmen yüz binlerce insanımızın can güvenliğiyle ilgili bir tehlike analizini yapan bilim insanlarına karşı gösterilen bu ilgisizliğin ve duyarsızlığın nedenini merak ediyorsunuz. Hemen cevaplayayım: Ya ötekileştirme ya da kıskançlık. Yöneticiler, bizi kendilerinden görmedikleri için dışladılar. Çalıştığımız üniversitelerdeki yöneticilerimiz de kıskançlıktan yaptıklarımızı görmezden geldiler. Benzer kıskançlık deprem konusunda çalışan başka üniversiteler tarafından da gösterildi. Beklenen İstanbul depremi için Marmara Denizi'nin tabanında bir denizal-

tı gözlem istasyonu kurmak istedik. Bunun için ilgili hükümet organlarına başvurduk. Daha sonra yetkili ağızlardan bu projemizin, adını vermek istemediğim bir üniversitemiz tarafından kapalı kapılar ardında engellendiğini öğrendik.

Özetlemek gerekirse; biz İTÜ'de 1999-2015 yılları arasında yapmış olduğumuz uluslararası projelerle harikalar yarattık. 1999 depremleri öncesi hakkında hemen hemen hiçbir şey bilinmeyen ve yerbilimleri açısından tamamen karanlık olan Marmara Denizi'ni dünyanın en iyi bilinen iç denizi haline getirdik. Beklenen deprem tehlikesi için gereken her şeyi yöneticilerimize sunduk ve sunmaya da devam ediyoruz. Tek beklentimiz olası deprem hakkında verdiğimiz bu bilgilere istinaden İstanbul'u korumak için gereken adımları atmaları.

Risk analizi

Risk analizi, kabaca söyleyecek olursak, tehlike gerçekleştiği takdirde zarar ve ziyanımızın ne olacağının hesabıdır. Bu hesap ciddi bilimsel araştırmalara bağlı olarak yapılmalıdır. Zarar ve ziyan gerçek anlamda ortaya konulmadığı takdirde ciddi zarar azaltıcı önlemlerin alınması da mümkün değildir. Bir kent ölçeğinde risk analizi yapmak demek, o kentin tüm bileşenlerinin deprem karşısında uğrayabileceği tüm zararları tespit etmek demektir. Kent bileşenleri şunlardır: halk, altyapı, yapı stoku, çevre ve ekonomi.

Halk eğitimi

Bir depremde en büyük üzüntü kaynağı ve telafisi imkânsız zarar, can kaybı ve yaralanmalardır. Özellikle ülkemizde küçük depremler bile çoğu kez küçümsenemeyecek sayıda insanımızın ölümüyle sonuçlanmaktadır. Bunun en önemli nedeni elbette ki niteliksiz yapı stokudur ama bunda halkın yeterli deprem bilgi ve bilincine sahip olmamasının da payı vardır. Dünyada deprem istatistikleri incelendiğinde az eğitimli toplumlarda ölümlerin çok daha fazla olduğu görülür. Toplumun deprem konusunda eğitilmiş olması önemlidir. İnsanlar depremin ne olduğunu, nasıl

meydana geldiğini, olduğu takdirde nerelere nasıl hasar vereceğini; deprem öncesinde, deprem olurken ve olduktan sonra neler yapılması gerektiğini bilmelidir. Bunları bilir ve içselleştirirlerse depremde can kaybının azalacağı da muhakkaktır. Yaşadığı kentin belirli bir fay sistemine yakın olduğunu ve bu fay sisteminin nasıl çalıştığını ve özelliklerinin ne olduğunu bilen bir halkın o kentte depremle yaşamanın bir yolunu bulacağından kuşku duymuyorum. Yeri geldikçe bu örneği veriyorum. Çok zorlu kış şartlarının olduğu bir yerde, örneğin Erzurum'da, yöre insanları düz çatılı, geniş pencereli, balkonlu ve yalıtımı zayıf evler yapmazlar çünkü bu tür evlerde çatının aşırı yağacak karla çökeceğini, geniş pencerelerin ve yalıtımsız duvarların kendilerini soğuktan donduracağını bilirler. Keza Antalya veya Adana'da yaşayan insanlar da dik çatılı, kalın duvarlı, küçük pencereli ve balkonsuz evler istemezler. İklimin yeterince sıcak olduğu bu bölgelerde bu tür evler yaşam için sıkıntı ve sorun yaratır. Bu örneklerden de anlaşılacağı gibi, ülkemizde iklim koşullarının dayattığı bir yerleşim kültürü vardır. Benzer şey deprem için de geçerli olmalıdır. *Sismik kültür* diyeceğimiz bu olgu sadece bina tercihinde değil, yaşam biçiminde de geliştirilmelidir. Sismik kültürün halk yaşantısı içerisinde gelişip kökleşmesi için hükümetlerimiz bu konuda çok ciddi ve sürekli programlarla bir halk eğitimi başlatmalıdır. Halkımız bir deprem kentinde evini ve işyerini döşerken deprem faktörünü gözardı etmemesi gerektiğini öğrenmelidir. Canımızın istediği her eşyayı alıp canımızın istediği yere koyamayacağımızı bilmeliyiz. Ev dekorasyonunda estetik kaygılardan çok deprem güvenliği ön plana çıkmalıdır. Eşyalar evde deprem sırasında hareket edemeyecek ve insanlara zarar veremeyecek nitelikte, boyutta ve yerlerde olmalıdır. Keza evde yaşayanların da deprem olurken ne yapacakları konusunda bilgili olmaları gerekir. Sarsıntı başlayınca ailece nereye koşacakları, neyin etrafında cenin pozisyonu almaları gerektiğinin tüm aile fertlerince önceden biliniyor olması gerekir. Sarsıntı devam ederken zemin katta olmadıkça kimsenin dışarı kaçmak için merdiven ve asansörü kullanmaya yeltenmemesi beklenir. Deprem biter bitmez hızla evin kontrol edilip elektrik, gaz ve su şalterinin kapatılması zorunlu-

dur. Depremden hemen sonra evlerde küçük çaplı yangınlar görülebilir. Onun çin evde her an kullanıma hazır yangın tüpleri bulundurulmalı ve uygun yaştaki herkese bu tüpü nasıl kullanacağı öğretilmelidir. Yangın tüpü dışında her fert için deprem çantası ve acil yardım malzemeleri de uygun yerlerde bulundurulmalıdır. Deprem sırasında aile bireylerinden birinin veya birkaçının evde bulunmadığı durumda aile fertlerinin birbirleriyle nerede ve nasıl temas kuracakları önceden kararlaştırılıp bir *aile acil durum* planlaması yapılmalıdır. Bu plan yakın akrabalar arasındaki iletişimi de kapsamalıdır. Deprem geçtikten sonra hane halkında herhangi bir olumsuz durum yoksa medya yoluyla afet ile ilgili bilgi alınmalı, resmi makamların duyuru ve uyarıları takip edilmeli ve gereken yapılmalıdır.

Halkınızın depreme karşı duyarlı olduğunu söylemek zordur. Toplumumuzda sismik veya deprem kültürü gelişmemiştir. Toplum içerisinde hâlâ depremin bir kader olduğu ve Allah'tan geldiği fikri yaygındır. Eğer toplumda deprem bilinci olsaydı yerleşim alanlarımız ve yapı stokumuz bu kadar baştan savma olabilir miydi? Unutmayınız ki kent ve köylerin gelişimi halkın tercih ve talepleriyle gerçekleşir. Yöneticeler de bu tercih ve taleplere yanlış da olsa oy kaygısıyla uyum sağlarlar.

Depremden korktuklarını söyleyen insanlarımız tepkilerini ancak bir depreme maruz kaldıklarında gösteriyorlar. O da kısa süreli oluyor. Deprem bittikten birkaç gün sonra her şeyi unutup bir sonraki depreme kadar hiçbir şey yapmadan hayatımızı sürdürüyoruz. Gerçekten depremi ciddiye alıp bu afete karşı doğru dürüst önlemlerin alınmasını isteseydik böyle davranmamız mümkün olur muydu? Halkın elinden bir şey gelmez, halk ne yapsın diyebilirsiniz ama, kusura bakmayın, ben aynı düşüncede değilim. Demokratik toplumlarda halk en büyük güçtür. Siyasi partiler, dolayısıyla hükümetler halkın nabzını tutar ve onların hassas olduğu noktalar üzerinden hesaplarını yaparlar. Eğer toplum deprem sorununu gerçekten en önemli meselesi olarak görseydi biz hâlâ bu durumda mı olurduk? Daha 1999 senesinde 20.000'e yakın insanını kaybetmiş bir toplum depremi kendi gündeminden bu kadar kolay düşürmeseydi biz hâlâ İstanbul'u depreme hazır-

layın diye feryat eder miydik? Teşhisi doğru koyalım: Bizim insanımız depremle baş etmeyi içselleştirmemiş. Bunu şundan da anlamak mümkün: 1999 yılından bu yana çok sayıda genel ve yerel seçim oldu. Seçim propagandalarını çoğumuz dinledik. Bunlarda deprem ve depreme karşı alınması gereken önlemler konusu ne kadar tartışıldı? Daha doğrusu hiç tartışıldı mı? Siyasi partiler bu konuya karşı duyarsızlar, peki halk olarak biz bu konuda ne kadar talepkâr olduk? Doldurduğumuz meydanlarda pankart açıp depremde can güvenliğimizi sağlayın dedik mi? Bu konuda avazımız çıktığınca bağırdık mı? Bütün bu sorularımızın cevabının "hayır" olduğunu hepimiz biliyoruz. O halde deprem nedir biliyoruz ve bilincindeyiz gibi yüzeysel söylemleri bir kenara bırakıp halk arasında kalıcı bir deprem kültürü oluşturmak için çalışmalıyız.

Deprem öncesi bir risk analizi yapacaksanız deprem kültürü gelişmemiş bir toplumda can ve mal kaybı riskinin çok büyük olabileceğini göz ardı etmemelisiniz. Halkı bu afet karşısında gerektiği gibi eğitmezseniz bir kenti gerçek anlamda deprem güvenli hale getiremezsiniz.

Altyapının elden geçirilmesi

Kentin altyapısı denilince akla ilk gelenler şunlardır: yol, viyadük, köprü, tünel, baraj ve arıtma, içme suyu, doğalgaz ve iletişim şebekeleri. Depremde bu sistemlerin büyük ölçüde ayakta durması ve hizmete devam etmesi gerekir. Doğalgaz borularının depremde hasar görmesi yangınlara, içme suyu veya atık su şebekelerinin büyük ölçüde devre dışı kalması salgın hastalıklara davetiye çıkartır. Yol veya köprülerin zarar görmesi ulaşımı engeller, acil müdahale ve yardım yapılamaz. Barajların yıkılması uzun dönem susuzluğa ve sel basmalarına neden olur. Velhasıl, depremde bir kentin altyapısının çalışmaması o sıkıntılı stres ortamında hayatı daha da çekilmez hale getireceği gibi, deprem zararlarının katlanmasına da neden olur.

Deprem olmadan önce kentin tüm altyapısı ilgili kurumlar tarafından elden geçirilmelidir. İstanbul için konuşursak, Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM), Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

(DSİ), İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı (İBB), Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi (BOTAŞ), İstanbul Gaz Dağıtım Sanayii ve Ticaret A.Ş. (İGDAŞ), İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ), telekominikasyon şirketleri gibi tüm kurum ve kuruluşlar sorumlu oldukları altyapının beklenen Marmara depreminde nasıl tepki vereceklerini kestirmeli, zaafiyetlerini belirlemeli ve devre dışı kalmamaları için gerekli önlemleri almalıdırlar. Bu konuda ciddi araştırmalar yapmadan bizim sistemimiz sağlamdır diyerek olayı geçiştirmek doğru bir davranış değildir. Biliyorsunuz, 17 Ağustos 1999 İzmit depreminde tüm yurtta iletişim ağı susmuş ve afeti yönetmesi gereken Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlığı afete müdahalede belirli ölçüde devre dışı kalmıştı. 1999 sonrasında özellikle İstanbul'un altyapısı için çalışmalar yapılmış ve ilgili kurumlar tarafından her şeyin deprem güvenli olduğu söylenmişti. Söylenmesine söylenmişti ama 26 Eylül 2019'da Silivri açıklarında olan küçük bir depremde bile İstanbul'da birçok altyapı hasarı oldu ve tüm telekominikasyon hizmeti çöktü. Bu bakımdan, altyapıdan sorumulu kurumların kendi sistemlerinin gerçek anlamda deprem güvenliklerini sağlamak için gerekli deprem analizlerini yapmaları ve sismik programlarını oluşturarak beklenen Marmara depremine hazır olmaları çok önemlidir.

Yapı stokunun elden geçirilmesi

Depremde can ve mal bakımından en büyük riski yapı stoku oluşturur. Normalde deprem kentlerinde yapı stoku, uygun zeminler üzerinde, sismik parametreler gözetilerek deprem güvenli olarak inşa edilir. Bilgi toplumlarında her yapı şehir planlamasına uygun olarak inşa edilmek zorundadır. Şehir planında bir yapının konumu, zemin özellikleri, şekli ve boyutu çerçeve olarak önceden bellidir. Plana uygun yeni bir bina yapılmak isteniyorsa proje yetkili makamlarca onaylanır ve uygulamaya geçilir. Uygulamayı ehliyeti ve bilgisi otoritelerce tescil edilmiş yükleniciler yürütür. Yüklenici binayı harfiyen projesine uygun olarak yapar. Proje her aşamasında otoriteler tarafından gözetlenip denetlenir.

Bizde maalesef işler bu şekilde yürümüyor. Aslında bizde de

çok doğru kaide ve kurallar var. Eğer bunlara uyulmuş olsaydı, biz bugün beklenen depremde yapı stokumuza bakarak verebileceğimiz can kaybının büyük olacağı endişesine kapılmazdık. Yine İstanbul örneğinden yola çıkarsak, yapı stokumuzun çok büyük bir kısmının öngörülen plan ve programlara uygun olmadığını görürüz. Devletin resmi söylemlerine göre, İstanbul'daki yapı stokunun yüzde 60'ı herhangi bir mühendislik hizmeti almamış ve gecekondu mantığıyla inşa edilmiş. Binaların çoğu tek katla başlamış ve her seçimde yeni bir ilaveyle 5-6 katı bulmuş. Binaların doğru dürüst zemin etüdü bile yapılmamış. Bu binalar nasıl yapıldı diye soru sormanın bir manası da yok. Halkıyla, belediyesiyle, hükümetiyle elbirliğiyle yapıyoruz işte. Şimdi deprem kapıyı çalınca hep birlikte bir endişe ve korkuya kapılıp can kaybımız çok olur diye feryat ediyoruz. Hiçbir kaide ve kural tanımadan kendi çıkarları için her şeyi feda eden ilkesiz, doyumsuz ve çirkin bir anlayışın büyüttüğü bu potansiyel riskin faturasını, maalesef, hepimiz ödeyeceğiz. Bu riskin oluşturulmasında hepimizin az çok payı var ama ben en büyük payın merkezi ve yerel yöneticilere ait olduğunu düşünüyorum. Anadolu'dan İstanbul'a göçü yönetemeyen, hazine arazilerinin insafsızca yağmalanmasına göz yuman, köylü mantığıyla İstanbul'da bina yapılmasını ve sokak planlamasını engellemeyen ve bütün bunlara da oy kaygısıyla göz yuman siyasi zihniyet beklenen felaketin sorumlusudur.

Resmi rakamlara göre İstanbul'da 1.600.000 bina var. Eğer bu binaların yüzde 60'ı beklediğimiz 7,2 büyüklüğündeki depreme dayanmazsa toplam 960.000 riskli bina var demektir. Bu binaların deprem olmadan önce deprem güvenli hale getirilmeleri gerekir. Resmi binaların güçlendirildiğini veya yeniden yapıldığını biliyorum ama halkın oturduğu yerlerin önemli bir kısmının henüz elden geçirilmediği de malum. Gerçi bir süreden beri "kentsel dönüşüm" adı altında pek çok bina yenilendi. Kentsel dönüşüm yapı stokumuzun iyileştirilmesinde gerçekten çok etkin bir yöntem. Hükümetimizi geç de olsa böyle olumlu bir adım attığı için kutluyorum. Ancak, bu projenin çok daha yararlı olması için bazı önerilerde bulunmak istiyorum. Kentsel dönüşüm projesi bugünkü haliyle bir "rantsal dönüşüm" projesi halinde çalışıyor. Çünkü

projenin motor gücünü müteahhitler teşkil ediyor. Öyle olunca da müteahhit nerede kâr edebilecekse kentsel dönüşümü oradan başlatıyor. Bugün kentsel dönüşümün en etkin olarak gerçekleştiği birçok yerin depremde en büyük darbeyi yiyecek olan yerler olduğunu söylemek zor. İstanbul'da depremde çok şiddetli etkileneceğini bildiğimiz birçok yerde bugün için herhangi bir kentsel dönüşümün olmadığını da görüyoruz, çünkü buralara müteahhit kâr edemeyeceği için girmiyor. Onun için benim tavsiyem kentsel dönüşümün devletin teşvik, gözetim ve denetimi altında yapılması. Devlet tabii ki yerel yönetimleri böyle bir projede görevlendirebilir. Kanaatime göre, devlet-belediye-halk işbirliğiyle yürütülecek bir kentsel dönüşüm projesi modeliyle tüm kentlerimizdeki yapı stoku belirli bir sürede deprem güvenli hale getirilir ve bu konu da korkulu rüya olmaktan çıkar. Bu uygulamada dikkat edilmesi gereken nokta projenin deprem odaklı olmasıdır. Yapılacak binalar kentin yapı ve yaşam kültürüne uygun, deprem güvenli, işlevsel ve ekonomik olmalıdır. Bugün İstanbul'un birçok semtinde, özellikle Bağdat Caddesi çevresinde, deprem bahanesiyle birçok lüks ve pahalı rezidans yapılmış, gereksiz yere milli servet heba edilmiştir. Halbuki bu paralarla kısa sürede çok daha fazla deprem dayanıklı bina inşa edilebilirdi.

Çevre değerlendirmesi

Deprem çok büyük bir çevre felaketine de yol açar. Yıkılan evlerin inşaat molozları dışında çevreye çok büyük miktarda istenmeyen atıklar yayılır. Bu atıklar arasında evsel, endüstriyel, medikal, parlayıcı, patlayıcı ve toksik atıklar vardır. Depremde, göçük altında kurtarma çalışmaları biter bitmez ilk yapılan şey milyonlarca ton yıkık inşaat molozunun kaldırılmasıdır. Ülkemizde risk yönetimi planlaması olmadığından, molozlar deprem telaşı içerisinde akla ilk gelen yerlere taşınarak bertaraf edilir. Maalesef, akla ilk gelen yerler de akarsu vadileri, denizler, göller, derin çukur ve çöküntüler ve açık maden ocakları gibi, çevre açısından en riskli yerlerdir. Buralara deprem psikolojisi içerisinde alelacele ve usulüne uygun olmadan bertaraf edilen atıklar hava ve su ile temas ederek birtakım fizikokimyasal ve biyolojik tepkime-

lere girer ve ayrışırlar. Bu olaylar sonucu açığa çıkan zararlı çıktılar ve ağır metaller atmosfer ve yeraltı suları vasıtasıyla çevreye yayılarak havayı, suyu ve toprağı kirletirler. Uzun bir süreçte bu kirli ortamların çeşitli amaçlarla kullanımına bağlı olarak buralardaki zararlı toksik maddeler, soluma, içme veya besin zinciri vasıtasıyla hastalık olarak insanlara geri dönerler. Çevre bilinci olmayan ve olaylara bilimsel çözüm getiremeyen toplumlarda depremin yarattığı zararlar, maalesef depremden çok sonra da devam eder. Bunun en acı örneği 1999 İzmit depreminden sonra görülmüştü. Özellikle Gebze ve civarındaki sanayi tesislerinden çevreye yayılan kimyasal atıklar bu bölgedeki kıyı şeritlerini ve denizi etkilemiş, yarattığı kirlilik çevre sağlığına büyük zarar vermişti. Bu durumun hâlâ devam ettiğinden ben şahsen kuşku duymuyorum.

Eğer ülkemizde yöneticilerimizin kafasında risk yönetimi diye bir şey olsaydı, her deprem kentinde deprem olunca moloz ve atıkların nasıl ve nerelerde bertaraf edileceği önceden bilinirdi ve o yöreler de usulüne göre hazırlanmış olurdu. Bilim bazlı toplumlarda deprem molozları genellikle geri dönüşüme tabi tutulur ve kullanılabilecek atıklar ekonomiye kazandırılır. Özellikle inşaat demirleri betondan ayrılır, betonlar da *agrega* haline getirilir. Tehlikeli maddeler özel atık statüsü için kullanılan yöntemlerle bertaraf edilirken diğer malzemeler membranlarla çevreden izole edilmiş alanlarda depo edilir ve gömülür. Bizde elbette ki böyle şeyler olmuyor. 1999 İzmit depremi sonrası milyarlarca ton inşaat artığı malzeme gözden ırak birtakım yerlere alelusul gömüldü. O günden bugüne yaratılmış olan çevre kirliliğinin nelere mal olduğunu bilmesek de bunun bedelini sağlığımızla ödediğimizden eminiz.

Ekonomik öngörü

Depremin verdiği en büyük zararlardan biri de ekonomik zarardır. Özellikle büyük depremler yarattıkları fiziki yıkımla bir ülkeye milyarlarca dolar zarar verirler. Mevcut yapı stokunun önemli bir kısmının ağır/orta hasar görmesi, bunların yıkılıp ortadan kaldırılması, yerine yenilerinin yapılması, bu sırada insanla-

rın geçici olarak iskân edilmesi oldukça masraflı bir iştir. Kuşkusuz, deprem sadece yapı stokuna değil, altyapı ve çevreye de büyük zararlar veriyor. Bu zararların giderilmesi de büyük rakamlara mal oluyor. Yıkım zararlarının dışında bir başka ekonomik kayıp daha var: işgücü kaybı. İşgücü kaybı ile ekip, ekipman, üretim ve pazar kayıplarını anlamak lazım. Bir kentin kurulu bir iş düzeni, işçi potansiyeli, fabrikası, belirli bir üretim kapasitesi ve satış potansiyeli vardır. Deprem bu üretim zincirine ağır bir darbe vurabilir. Çok sayıda çalışan kaybına ve üretim tesislerinin tahrip olmasına neden olarak birçok işkolunu devre dışı bırakabilir. İşkollarının eski haline gelip deprem öncesi performansa kavuşabilmeleri para ve zaman meselesidir. Dolayısıyla bu sürecin de maliyetinin hesaplanması gerekir. Değerli dostum Prof. Dr. A.M. Celal Şengör beklenen Marmara depreminde eğer doğru dürüst önlem alınmazsa Türkiye bağımsızlığını kaybeder demişti. Bu lafa kızanlar oldu ama kanaatime göre doğru bir sözdü. Elbette ki Celal bağımsızlıktan söz ederken ekonomik bağımsızlığı kastediyordu. Marmara Bölgesi'ni düşünün. Bu bölge ülkemiz sanayisinin yüzde 50'den fazlasını içerir. En fazla iş gücü, kalifiye eleman, yatırımcı, üretim, ithalat, ihracat, gelir, kazanç, vergi, vb. hep burada. Şöyle bir düşünün; ülkenin şah damarı olan böyle bir yerin ticari açıdan uzun bir süre devre dışı kalması ülkeyi ne hale sokar? 1999 İzmit depreminin bile Devlet Planlama Teşkilatı'na (DPT) göre ekonomik bilançosu 15-19 milyar dolar olmuştu. İstanbul'un riski göz önüne alınırsa bu bilançonun bu mega kentte çok daha ağır olacağı söylenebilir.

Enteresandır, gelmekte olan Marmara depremi için önlem alın çağrılarına bugüne kadar iş dünyasından hemen hemen hiçbir tepki gelmedi. Halbuki hatırlıyorum, mesela Türk Sanayicileri ve İş adamları Derneği (TÜSİAD), ülkenin her sorunuyla ilgileniyor, fikir beyan ediyor, raporlar yayınlıyordu. Merak ediyorum, acaba tüm ülkenin ekonomisini tehdit eden böyle bir tehlike karşısında neden sessiz kalıyorlar? Ekonomiyi kollama ve koruma gibi bir görevleri yok mu? Kendi üyelerine ait tesislerde çevre kirliliğini ve iş kaybını önlemek için nasıl önlemler alıyorlar? Neden bunları kamuoyuna açıklamıyorlar? TÜSİAD öyle de Müsta-

kil Sanayici ve İş adamları Derneği (MÜSİAD) veya Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) farklı mı? Hayır, onlar da aynı. Onlardan da ses çıkmıyor. Halbuki bu kuruluşlarımızın risk yönetimi açısından yapmaları gereken çok önemli şeyler var. Her şeyden önce belirli boyuttaki sanayi tesislerinin her birinin bir "Deprem ve Çevre Yönetim Sistemi"ne sahip olmalarını sağlamaları gerekir. Kuruluşun niteliğine göre farklılık göstermekle birlikte, birçok sanayi tesisinde ve fabrikada önemli miktarda makine aksamı, laboratuvar ve depo gibi yerler vardır. Özellikle üretim makinelerinin ani titreşim, yanal ve düşey hareket ve yer değiştirmelere karşı toleransları son derece sınırlıdır. Dolayısıyla bir deprem karşısında kolaylıkla tahrip olup devre dışı kalabilirler. Onun için risk yönetimi kapsamında afet öncesi gerekli önlemlerin alınarak depremden sonra da bu makinelerin hizmet vermelerinin sağlanması gerekir. Yine birçok sanayi tesisinde önemli miktarlarda parlayıcı, patlayıcı veya toksik maddeler kullanılır, üretilir veya depolanır. Olası bir depremde bunların kolaylıkla çevreye saçılarak atmosfere, suya veya toprağa karışması, dolayısıyla da uzun sürecek bir çevre kirliliği yaratması mümkündür. Deprem ve çevre yönetim sistemi kapsamında bu tür olaylar için de önlemlerin alınmış ve gerekli izolasyonların sağlanmış olması gerekir. Keza aynı sistem içerisinde üretimin en vazgeçilmez bileşeni olan işçilerin de deprem güvenliğinin düşünülmüş olması gerekir.

Zarar azaltma çalışmaları

Görüldüğü gibi, deprem insana, altyapıya, yapı stokuna, çevreye ve ülke ekonomisine büyük zararlar veriyor. Bu zararların tamamen önüne geçmek mümkün değil. Bu ancak depremi durdurmakla olabilir ki bu da imkânsız. O halde yapılacak şey, önce kent bazında ciddi bir risk analizi yaparak zarar ve ziyanı tespit etmek ve daha sonra da deprem gelmeden önce bunları nasıl azaltabiliriz diye plan yapmak (Zarar Azaltma Eylem Planı-ZAEP). ZAEP bir bakıma tüm kenti depreme hazırlamak için bir yol haritası olacak ve hangi riskin hangi öncelikle ele alınacağını, nasıl ve ne kadarlık bir bütçe ile karşılanacağını ve ne zaman bitiril-

mesi gerektiğini gösterecektir. Niteliği gereği, ZAEP ancak kent yönetimi tarafından gerçekleştirilebilecek çok disiplinli bir plandır. Kent yönetimi derken valilik ve belediye başkanlığının birlikte oluşturduğu bir yönetim şeklini kastediyorum. Bu iki kurum ZAEP çerçevesinde çok yakın ve etkin bir koordinasyon ve işbirliği sağlamalı; planı gerçekleştirebilmek için gerekli her türlü maddi, manevi ve hukuki altyapıyı oluşturmalıdır. Kuşkusuz devlet ve hükümet bu planın gerçekleştirilmesinde en büyük destekçi olmalı, eylem planının her evresinde gözetim ve denetimini sürdürmelidir. ZAEP masa başında değil, bizzat sahada, halkın destek ve işbirliğiyle açık ve şeffaf olarak yürütülmelidir. Böyle olmadığı takdirde hiçbir kentte zarar azaltma çalışmalarını etkin bir şekilde yürütmek mümkün değildir. Hele, şu an ülkemizde var olan siyasi yaklaşımla bu işi başarmak hayaldir. Bugün ivedilikle depreme hazırlanması gereken İstanbul'da hükümet/valilik ve belediye arasında adı konmamış bir gerilim var. Vatandaşlar olarak bunu net bir şekilde görüyoruz. Bu iki kurumun arzu edilen şekilde bir araya gelmeyeceği de aşikâr. Halbuki deprem siyasi ideoloji ve parti tanımaz. Geldiğinde hepimiz zarar göreceğiz. Dua edelim de gelmeden önce yöneticilerimiz akıllarını başlarına alsınlar ve bu afete karşı önlem almada kenetlensinler.

Son bir iki aydır İSKİ'de Genel Müdür Danışmanlığı gibi bir görev yapıyorum. Bu kurum İstanbul'un en stratejik kurumu. Bu kurumun deprem sırasında ve hemen sonrasında da tüm servis ve sistemleriyle ayakta kalması lazım. Eğer depremde yeterli ölçüde servis veremezse kent için büyük bir felaket olur. Biz şimdi bu kurum için bir ZAEP oluşturmaya ve uygulamaya çalışıyoruz. Bu vesileyle bir kez daha gördüm ki İstanbul'da valilik ve belediye depreme hazırlık adı altında önemli şeyler yapmaya çalışıyor. Birçok şey de yapılmış durumda. Örneğin; Valilik ve İl Özel İdaresi bünyesinde yürütülmekte olan İstanbul'da Sismik Riskin Azaltılması ve Acil Durum Hazırlık Projesi (İSMEP) diye bir proje var. Bu proje 2 milyar euronun üzerinde bir bütçeye sahip. Bütçe Dünya, Avrupa Yatırım, Avrupa Konseyi Yatırım ve Alman Kalkınma bankaları tarafından oluşturulmuş. Proje kapsamında acil durum yönetimi ve haberleşme sistemleri ile AFAD gibi, afetlere

ilk müdahale edecek kurumların kapasitelerini iyileştirmek için çalışmalar yapılıyor. Ayrıca, toplumun afete karşı bilinçlendirilmesi, güçlendirme, yeniden yapım ve kültürel mirasın korunması gibi konular da bu projenin ele aldığı başlıklar içerisine giriyor. İlk bakışta iyi bir ZAEP gibi görünüyor ama bu benim öngördüğüm şekilde bir proje değil. Her şeyden önce daha çok resmi bina ve kurumların deprem güvenli olmasını amaçlıyor. Bu projenin kapsamı içerisinde halkın oturduğu bina stoku ve işyerleri yok. Kentin yukarıda anlattığım bileşenlerinin uğrayacağı zarar ziyanın da hesabı yok. Bir bakıma faydalı ama kapsam itibariyle sınırlı bir proje. Tahmin ediyorum ki resmi binaların onarılıp güçlendirilmesi veya yeniden yapılması dışında büyük ölçüde emir komutayla masa başında yürütülen bürokratik bir çalışma. Kanaatime göre, tüm İstanbul'da etkin bir zarar azaltma çalışması ancak deprem açısından stratejik öneme sahip kurumların kendi ZAEP'lerini oluşturarak, gerekli işleri bizzat kendilerinin yapmasıyla mümkündür. Valilik veya belediyenin ihale açmak suretiyle üniversite veya şirketlere yaptırdığı projelerin, kütüphaneleri süslemekten başka bir faydası olmuyor maalesef.

ZAEP çalışmalarında halk eğitimi çok önemlidir. Bu eğitimi büyük ölçüde devlet verebilir. Buna medyayı ve sivil toplum örgütlerini de katabiliriz ama bu işte asıl güç ve sorumluluk devletin, dolayısıyla hükümetindir. Deprem odaklı halk eğitimi anaokulundan başlayıp üniversiteye kadar devam etmeli ve okul dışındaki tüm yaşam içerisinde de gerçekleştirilmelidir. Okullarda deprem bilincini pekiştirecek ders ve uygulamalar önceden belirlenmiş müfredat programları dahilinde gerçekleştirilirken, görsel medyada her gün depremle ilgili eğitici ve öğretici programlar yapılmalıdır. Bu programlar 1999 depremlerinden sonra medyada zorunlu olarak yapıldı. İlk başta çok da etkili ve faydalı oldu. Ancak zaman geçince televizyonlar bu zorunlu eğitici ve uyarıcı bilgi ve tavsiyeleri kimsenin izleyemeyeceği uygunsuz ve geç saatlerde yayınlamaya başladılar, bir müddet sonra da tümüyle kaldırdılar. Bu programların etkisizleştirilmesi veya kaldırılması dünyanın en tehlikeli deprem kuşağında bulunan Türkiye için büyük bir hata oldu. Bu tür programalar ebediyen devam etmeli ve

nesilden nesile depremle ilgili bilgi ve bilinç aktarmak suretiyle toplumumuzun genlerine sinmiş bir sismik kültür geliştirilmelidir. Bu kültür sadece depremden korunmayı değil afet sırasında ailemize ve çevremize nasıl hizmet verip yararlı olabileceğimizi de öğretmelidir.

ZAEP çalışmalarında KGM, DSİ, İSKİ, İGDAŞ, İtfaiye ve hastaneler gibi depremde ayakta kalması zorunlu olan tüm kurum ve kuruluşlar daha deprem gelmeden kendi altyapı sistemlerini bilimsel ve teknolojik yöntemlerle ciddi olarak muayene edip varsa eksik ve gediklerini saptamalı ve belirli bir plan dahilinde bunları tamamlayıp düzeltmelidir. Bu konuda endişe ettiğim husus şudur: Bizdeki kurum yöneticileri kendi altyapılarını incelemek yerine bizim sistemler iyidir, evvel Allah hiçbir şey olmaz deyip işin içinden çıkıyorlar. En korktuğum yaklaşım budur. Hatırlarsanız daha düne kadar yetkililer İSMEP projesi kapsamında okul binalarının deprem güvenli hale getirildiğini söylüyorlardı. Son 26 Eylül 2019 İstanbul depreminde bunun böyle olmadığını gördük. Bu küçük depremde bile yenilendiğini söyledikleri birçok okul binası ağır hasar aldı. Benzer şekilde daha önce deprem güvenli dedikleri iletişim sistemi bile çöktü. Onun için deprem gelmeden önce, İstanbul'un altyapısı; yolları, köprüleri, tünelleri, içme suyu/kanalizasyon/doğalgaz şebekeleri ve barajlarıyla baştan aşağı kontrol edilip elden geçirilmelidir.

ZAEP kapsamında özellikle halkın oturduğu binaların deprem güvenli hale getirilmesi en önemli sorundur. İstanbul'un kalabalık nüfusu nedeniyle elbette ki bu kolay değildir. Halkın büyük bir kısmının ekonomik sorunları yüzünden oturduğu yeri güçlendirmesi veya yıkıp yeniden yapması da mümkün değildir. Bitişik nizam ve çok katlı yaşam da bunu zorlaştıran başka bir nedendir. Gerçi son birkaç yıldır başlatılmış olan "kentsel dönüşüm" bu soruna sınırlı da olsa bir çözüm getirmiştir. Bu sistemin iyileştirilmesi durumunda deprem öncesi yapı stokunun yenilenmesi konusunda önemli yol alınacağı aşikârdır. Sistemin iyileştirilebilmesi için projenin özüne yerleştirilmiş olan rant düşüncesinin kaldırılması ve halkın can güvenliğinin yerleştirilmesi şarttır. Ancak müteahhitlerin finans kaynağı olarak görüldüğü böy-

le bir projede rant düşüncesinin ortadan nasıl kaldırılabileceği de önemli bir sorundur. Bugünkü kentsel dönüşüm projelerinde müteahhidi proje içerisinde tutabilmek için ona kâr edebileceği bazı avantajlar sağlanmaktadır. Bu avantajların başında da vatandaşa taahhüt ettiği daire sayısından daha fazla daire yapmasına müsaade etmek geliyor. Müteahhit yaptığı fazla daireleri satmak suretiyle hem proje için harcamış olduğu anaparayı çıkartıyor hem de kâr ediyor. Takdir edersiniz ki, emlak değerinin fazla olduğu gözde semtlerde böyle bir iş çok kârlı, daire fiyatlarının düşük olduğu gecekondu bölgelerinde ise çok sıkıntılı olabilir. İşte bu yüzden İstanbul'da kentsel dönüşüm depremde zafiyeti olabilecek yerlerden ziyade lüks semtlerde yürütüldü. İşin odağına rant oturunca da binalar ister istemez daha fazla kâr getirecek lüks binalara dönüştü. Kentsel dönüşüm bir an önce deprem odaklı hale getirilip uygulanabilirse İstanbul'da veya diğer deprem kentlerimizde yapı stokundan gelebilecek risk önemli ölçüde azaltılabilir. Bu da kentsel dönüşümde müteahhidin yerine devletin geçmesiyle mümkün olur. Bu projede devletin şefkatine, gücüne, denetim ve gözetimine ihtiyaç vardır. Devlet bunları sağlamanın dışında, proje için gerekli olan finans kaynağını da bulmalıdır. Bu kaynak yerli veya yabancı olabilir. Nasıl ki İSMEP projesi için çeşitli uluslararası banka ve kredi kuruluşlarından para sağlanmışsa aynı şey daha büyük boyutta tüm İstanbul için de yapılabilir. Sağlanan bu paralar evlerini güçlendirecek veya yıkıp yeniden yapacak olan insanlara çok uygun şartlarda kredi olarak verilebilir. Bu mekanizmanın işlevsel ve sürdürülebilir olması için de her türlü idari ve yasal altyapı sağlanabilir. Sanıyorum bu model içerisinde Doğal Afet Sigortaları Kurumu da (DASK) önemli bir rol oynayabilir. Bugün tüm ülkede uygulanan DASK Zorunlu Deprem Sigortası vardır. Bu sigorta çok yerinde ve yararlıdır. Ancak tek taraflı çalışmaktadır. Tek taraflı çalışmadan şunu kastediyorum: Bu sigorta deprem olur da evin veya dairen hasar görürse zararı tazmin etmektedir. Halbuki aynı sigorta deprem olmadan önce riski azaltıcı önlemler kapsamında evini güçlendirmek veya yenilemek için de uygun koşullarda kredi vermiş olsa hem çift taraflı çalışmış hem de kentsel dönüşüme ayrı bir kaynak sağlanış

olur. Özet olarak, insanlara gerekli olanakları sağlamadan, deprem öncesi evinizi kontrol ettirin, eğer problemli ise güçlendirin veya yenileyin demek pek de doğru değildir. Böyle bir söylemin halk arasında herhangi bir geçerliliği yoktur, çünkü halkın büyük çoğunluğu geçimini bile zar zor sağlamaktadır.

ZAEP çerçevesinde çevrenin korunması çok önemlidir. Depremde çevreyi kirleten en önemli etken inşaat molozudur. Gerek depremin bizzat yıktığı gerekse de sonradan insan eliyle yıkılan hasarlı binaların oluşturduğu moloz miktarı çok fazladır. Bu molozlar daha depremin ilk günlerinden itibaren özensizce taşınıp bertaraf edilmekte ve bu vesileyle de çevreye büyük zararlar verilmektedir. Halbuki deprem öncesinde risk analizi yapılmak suretiyle olası bir depremde ne kadar inşaat molozunun açığa çıkabileceği hesaplanabilir ve bu riske karşı da zarar azaltıcı önlemler alınabilir. Çağdaş ülkelerde, bu tür deprem molozları, geliştirilen bir "atık yönetimi sistemi" çerçevesinde bertaraf edilmektedir. Bu yönetimin esası inşaat ağırlıklı atıkların bizzat sahada ayıklanması ve geri dönüşüme tabi tutulmasıdır. İnşaat atıkları genellikle beton, tuğla, kiremit, doğal taş, mermer, metal, kâğıt, ahşap, plastik, cam ve seramiklerden meydana gelmiştir. Bu maddelerin geri dönüşüm potansiyelleri oldukça büyüktür. Bunları cinslerine göre kırma, ufalama, öğütme, ezme, toz haline getirme, kesme, yakma ve eritme gibi işlemlerden geçirmek suretiyle tekrar yüksek kaliteli inşaat malzemelerine dönüştürmek olasıdır. Bu dönüşüm malzemelerinin belli başlıları şunlardır: agrega, dolgu malzemesi, grobeton, yollar için altyapı malzemesi, parke taşı, sıva malzemesi, tuğla ve kiremit hammaddesi, çeşitli metaller, plastik, kâğıt, asfalt, sentetik toprak, cam, cam lifi, cam yünü ve cam elyafı. Geri dönüşüm işlemleri sahada basit bir tesis ve makine parkı ile başarılabilmektedir. Bu suretle deprem molozları usulüne uygun olarak kaldırılmakta, çevre kirliliği önlenmekte ve aynı zamanda da ülke ekonomisine katkıda bulunulmaktadır. Bu tür tesisleri ve makine parklarını daha deprem gelmeden organize etmek ve bu arada kentsel dönüşüm sürecinde de kullanmak akılcı bir yol olacaktır.

Depremin ekonomiyi nasıl vurduğunu risk analizi bölümünde

anlattık. Şimdi deprem gelmeden bu konuda zarar nasıl azaltılabilir ona bakmak lazım. Ben ekonomik zarar azaltma noktasında iş dünyasının pek bir şey yaptığını sanmıyorum. Tahmin ediyorum ki onlar depremde nasıl olsa devlet imdadımıza yetişir diye düşünüyorlar. Belki de bu düşüncenin verdiği rahatlıkla kendi risklerini azaltma yoluna gitmiyor ve acil durum yönetimlerini oluşturmuyorlar. Kim bilir belki de tipik kaderci bir yaklaşımla hele o günler bir gelsin bakalım ne olacak, Allah kerimdir diyorlar. Halbuki hepimiz devletin her kesime yetmeyeceğini, dolayısıyla şirket yöneticilerinin kendi risklerini sahiplenip üzerinde çalışmalarının en doğru yol olduğunu biliyoruz. Benim tavsiyem Türk iş insanlarının afet sürecinde kendi firmalarında iş sürekliliğinin sağlanması ve ekonomik kayıplarının az olması için hiç vakit kaybetmeden önlem almalarıdır. Unutmamalıdırlar ki zarar azaltıcı her önlem kendilerine uzun vadeli üretim, rekabet gücü, başarı ve deprem direnci kazandıracaktır. Önlem almak için yapacakları ilk şey bir "Deprem ve Çevre Yönetimi Sistemi-DEÇEYS" oluşturup hemen işe koyulmaktır. DEÇEYS olası bir depremde bir firmanın fiziksel tesislerinin, ekipmanlarının, iş gücünün, tedarik zincirinin ve altyapı hizmetlerinin nasıl etkileneceğini belirleyen ve varsa zaaflarını gideren bir sistemdir.

Afet yönetimi

Afet yönetimi çok farklı olarak tanımlanmaktadır. Ülkemizde, devletin resmi organları bile bazen bu yönetim sistemi içerisine tehlike ve risk analizleriyle zarar azaltma çalışmalarını da sokmaktadırlar. Kanaatime göre bu yanlıştır. Afet yönetimi sadece afet sırasında ve hemen sonrasında yapılan işleri kapsar. Bu nedenle afet yönetimi bir gerilim ortamında yapılmak zorunda olan çok hassas, organize ve kusursuz uygulama paketlerini içeren bir iştir. Yönetim ortamının bir deprem anı ve sonrası olduğunu unutmayalım. Böyle bir ortamda hizmet vermenin ne kadar güç ve stresli olabileceğini anlatmak için bir deprem anını ve sonrasını çok kısa olarak tasvir edeceğim:

Deprem başladığında ortalık sarsılmaya başlar. Sarsıntının

şiddeti ve süresi genellikle depremin büyüklüğüne, depremin episantırına olan uzaklığımıza ve üzerinde bulunduğumuz zeminin özelliklerine göre değişir. Bulunduğumuz binanın altına sanki büyük bir darbe vurulduğunu hisseder, uğultuya benzer bir ses duyarız. Ardından bina sarsılmaya, titremeye başlar. Binanın kolon ve kirişleriyle her türlü yapı malzemesinin gerilme, gevşeme ve sürtünmesine bağlı olarak tüm binadan ürkütücü sesler gelir. Daire içerisindeki kimi eşyalar savrulur, kimi kırılır. Bu süreç insana hiç bitmeyecekmiş gibi gelir ama bir müddet sonra ortam sakinleşir ve deprem durur. Deprem güvenli binalarda hasar az olur veya en azından bu yapılar, içindeki insanların sağ salim dışarı çıkmasına müsaade eder. Zayıf ve çürük binalar ağır hasar alır ve yıkılırlar. Bu tür binalarda maalesef insanlar göçük altında kalır. Depremin bu anlarında sokaklar toz dumandır. Sokağa çıkmayı başarmış insanlar şaşkınlık ve korku içerisindedirler. Ne düşüneceklerine ne yapacaklarına karar veremezler. Ama kısa zaman sonra kendilerine gelir, aile fertlerinin derdine düşerler. Daha sonra tüm depremzedeler ve yakınları telefonlara sarılır, birbirlerinden haber almak isterler. İşte bu anda genellikle telefonlar çalışmaz ve iletişim kesilir. Ülkenin her tarafından insanlar deprem kentindeki akraba ve yakınlarını görmek için yollara düşerler, bunun sonucunda da yardım ve kurtarma çalışmaları aksar. Kentin kimi yerlerinde altyapı hasarları oluşur; içme suyu boruları patlar, çevreyi su basar, kanalizasyon boruları patlar, etrafı pislik ve koku sarar. Daha da kötüsü eğer doğalgaz boruları patlamış ise çok yerde yangınlar çıkar. Sokakların önemli bir kısmı yıkım nedeniyle kapanmıştır. Kimi yollar ve köprüler çökmüş ve ulaşım engellenmiştir. Kentin tümünde büyük bir panik, korku ve endişe vardır. Herkes göçükten kendi yakınlarını kurtarmak, yaralıları hastaneye götürmek için destek ve yardım beklemektedir. İşte afet yönetimini bekleyen tablo budur. Siz böyle bir tablo içerisinde çalışacak, insanların beklentilerini karşılayacak ve herkese hizmet götüreceksiniz. Takdir edersiniz ki ilk yapılacak iş yaralıları hastaneye yetiştirmek ve insanları göçük altından kurtarmaktır. Her iki işin de zamanla yarışır şekilde yapılması gerekir. Hastanelere yaralı taşımak için her şeyden önce yeterli ambu-

lansın bulunması, yolların açık olması ve hastanelerin depremde ayakta kalmış olması gerekir. Aksi bir durumda acil olarak sahra hastanelerine ihtiyaç duyulacaktır. Göçük altından insan kurtarma işi için kritik süre en fazla 72 saattir. Göçüğün sınırlı sayıda olduğu depremlerde iş nispeten kolaydır ama beklenen Marmara depreminde bunun pek de kolay olmayacağı aşikârdır. Eğer yapı stokuyla ilgili risk analizini güvenli yapıp depremde ne kadar evin göçebileceğini doğruya yakın öngörmüş ve ona göre de kurtarma ve müdahale ekipleri hazırlamışsanız bu işi minimum kayıpla başarmak mümkün olabilir. Bir yandan yaralıların hastanelere kaldırılması ve göçük çalışmaları devam ederken öbür yandan da hızla insanlar için geçici barınakların hazırlanması gerekir. Genellikle bu barınaklar belirli boyutlardaki deprem çadırlarıdır. Gerçi elinizde dişe dokunur sayıda uygun ve boş resmi misafirhane ve kamp binaları varsa bunlardan da yararlanmanız mümkündür. Deprem çadırları risk yönetiminin uygulandığı medeni ülkelerde toplanma alanlarında kurulur. Bu alanlar önceden öngörüldüğü şekilde çadır yaşamı için gerekli altyapının mevcut olduğu yerlerdir. Acil iskân için bu çalışmalar sürdürülürken, eş zamanlı olarak da insanların beslenme ihtiyaçları için etkin bir tedarik zinciri oluşturulur. Bu arada altyapı hasarlarının hızla giderilmiş, deprem bölgesine elektrik, temiz su ve doğalgazın verilmiş olması gerekir. Aksi halde hayatın çok daha eziyetli olacağı kesindir. Kuşkusuz, altyapı hasarlarının kısa zamanda giderilmesi ancak ciddi bir risk analizinin ve zarar azaltıcı çalışmaların önceden yapılmış olmasıyla mümkündür. Depremin ilk birkaç gününde acil iskân, göçük altından kurtarma, beslenme ve ihtiyaç tedariki ön plana çıkar ama daha sonra daha temel ihtiyaçlar baş göstermeye başlar. Bunun başında da ayakta kalan evlerin durumu gelir. İnsanlar başta evlerine girmeye korkarlar ama ilk bakışta fazla hasarlı görünmeyen evlerine de gitmek isterler. Ancak yine de evin oturulup oturulamayacağına dair bir güvenceye ihtiyaçları vardır. Onun için ilgili kurum ve kuruluşlar en hızlı ama emniyetli bir şekilde binaları ağır, orta ve az hasarlı diye sınıflarlar. Bu demektir ki ağır hasarlı binalar yıkılacak, orta hasarlı binalar güçlendirilecek ve az hasarlı olanlar ise tamir edilip kullanılacak-

tır. Bunun için de devletin yardım eli ve desteği beklenir ve artık bitip tükenmeyen yazışmalar, başvurular ve itirazlar başlar. Aşağı yukarı depremin bu evrelerinde daimi iskân konusu gündeme gelir, bunun için kentte süratli bir şekilde zemin etütleri yapılarak en uygun yer bulunur ve ihale hazırlıkları başlar. Depremden sonra biraz daha zaman geçince insanlar işlerine güçlerine, çocuklar okullarına gitmek isterler. Ancak, deprem nedeniyle önemli işgücü ve üretim kaybı olmuş, eğitim aksamıştır. Ekonominin çarkı istenilen şekilde dönmüyordur. Devlet desteğine ihtiyaç vardır. Devlet borçları erteler, vergileri kaldırır, ucuz kredi vs.verir ve deprem bölgesindeki ticareti tekrar canlandırmaya çalışır. Belli bir süre sonra da depremin izleri yavaş yavaş silinir ve hayat tekrar eski günlerine dönmeye başlar.

Görüldüğü gibi, afet yönetimi merkezi ve yerel yönetimlerin birlikte yapabileceği bir iştir. Hemen deprem sonrasında hizmet vereceği için de çok organize ve ehil olması gerekir. Merkezi yönetim çeşitli bakanlık ve bağlı kuruluşlarından, yerel yönetim ise valilik ve belediye başkanlığından oluşmaktadır. Valilik ve belediyenin altında da çok sayıda ilgili birim vardır. Onun için bu farklı sayı ve nitelikteki birimlerden ehil ve etkin bir afet yönetim kurumu çıkartabilmek için çok dikkatli ve özenli olmak gerekir. Bunun için önce afet yönetiminin ilkeleri belirlenmelidir. Birçok deprem ülkesinde bu ilkeler şöyle belirlenmiştir:[54] a) Afet yönetim birimi yerel olmalı, gerekli eleman, bilgi, kaynak ve yetkiyle donatılmalıdır b) Her türlü müdahale ve halkla temas bu birim tarafından yapılmalı, bunlar yapılırken merkezi yönetim sık sık araya girip yerel yönetimin otorite ve önemini azaltmamalıdır c) Afet yönetimiyle ilgili olarak merkezi ve yerel yönetimler arasındaki ilişki çok açık ve net olarak belirlenmiş olmalıdır d) Afet yönetimi esnasında kumanda sistemi kuşkuya yer bırakmayacak bir şekilde tanımlanmış olmalıdır e) Gönüllü kuruluşlar ve sivil toplum örgütleri afet yönetim sistemiyle bütünleşmiş olmalıdır. Bu ilkeler benimsendiği takdirde yönetim sistemi içerisinde yer alacak her kurum önce kendi yapılanma ve hareket planını hazırlar. Daha sonra bu planlar bir araya getirilerek gerekli düzeltme ve değişiklikler yapılır ve böylece afet yönetim sistemi oluş-

turulur. Bu sistem kurulduktan sonra aktivite göstermek için ülkenin herhangi bir yerinde depremin olması beklenmez. Aksine asıl hazırlıklar ve sistemi geliştirme çalışmaları depremsiz geçen zaman içerisinde yapılır. Bu çalışmalar arasında şunlar sayılabilir: Üye birimler arasında sıkı bir diyalog ve işbirliğinin geliştirilmesi, müşterek tatbikatların yapılması, halkla ilişkilere önem verilmesi ve bunun için gerekli iletişim araç ve platformların geliştirilmesi, acil durum ve müdahale için gönüllü halk ve sivil toplum örgütlerinin eğitimi ve yetiştirilmesi, afet durumunda ihtiyaç duyulacak temel gereksinimler için kaynak belirlenmesi ve envanter tutulması, hızlı hasar bazlı bina sınıflaması için yerel mühendis odalarıyla işbirliği.

4

Ülkemizde depreme hazırlık çalışmaları ve afet yönetimi

Ülkemizde depreme hazırlık çalışmalarının yeterli olduğunu söylemek, maalesef, pek mümkün değil. Eğer öyle olsaydı, KAFZ üzerindeki 1939-1999 deprem zinciri sonunda İzmit depreminde yine 20.000 insanımızı kaybetmez ve bugün de gelmekte olan Marmara depremine hazır olmuş olurduk. Beklenen Marmara depreminin ülkemizin en stratejik bölgesini vuracağını bilmemize ve İzmit depreminin üzerinden 20 yıl geçmiş olmasına rağmen halen bölgeyi ve özellikle İstanbul'u depreme yeterince hazırlamamış olmamız bu işi pek beceremediğimizi göstermektedir. Beceremeyişimizin nedeni bu işi nasıl yapacağımızı bilmediğimizden değil, umursamazlık. Çünkü yukarıda anlattığım gibi, tehlike ve risk analizlerini yaparak bir an önce belli bir program dahilinde zarar azaltma çalışmalarını kararlılıkla sürdürürseniz istediğiniz kenti veya bölgeyi depreme hazırlarsınız. Ama üzülerek söylemeliyim ki bizim yöneticilerimiz deprem gelmeden önce pek bir şey yapmak istemiyorlar. Onlar afet yönetimine çok daha önem veriyorlar. İtiraf etmeliyim ki bu konuda da bayağı iyiyiz, deneyim kazanmış olduğumuz kesin. Deprem olur olmaz hemen Kızılay'ımız, AFAD'ımız ve daha birçok gönüllü kurtarma ekiplerimiz anında deprem bölgesine intikal edip gerekli çalışmaları yapıyorlar. Hatta ilgili bakanlarımız deprem mahalline gidip bizzat afeti de yönetiyorlar. Her gün televizyon ekranlarına çıkıp nasıl canla başla çalıştıklarını herkese gösteriyorlar. Devletimizin ne kadar güçlü olduğundan bah-

sedip kimseyi aç ve susuz bırakmayacaklarını söylüyorlar. Devletin sıcaklık ve şefkatini her vesileyle gösterip halkın her sorunuyla candan ve yakından ilgileniyorlar. Kuşkusuz, bu tutum ve davranışlarıyla depremzedelerin ve tüm milletin takdirini de kazanıyorlar. Bu tablo içerisinde bir anlamda halka verilen mesaj şu: Deprem Allah'tan gelen bir şeydir, engellenemez. Ölenler için elden bir şey gelmez, Allah rahmet eylesin. Ama hiç endişelenmeyin, devletimiz büyüktür; hiç kimseyi aç ve susuz bırakmayacak, yaralarınız en kısa zamanda sarılacaktır. Ancak şu kritik sorular ne yöneticilerimiz ne de halkımız tarafından dile getiriliyor: Biz bu depremin geleceğini tahmin edemez miydik? Bugünkü yapı stokumuzun deprem güvenli olmadığını bilmiyor muyduk? Neden depremden önce önlem alınmadı? Eğer bu sorular karşılıklı olarak sorulmuş ve çözüm aranmış olsaydı biz bugün ülke olarak depremden bu kadar korkmayacak ve bu afet karşısında da bu kadar çaresiz kalmayacaktık. Asıl üzücü olanı da ülkemizde depreme hazırlık ve afet yönetimi konularında neyin nasıl yapılacağının yasalarla çok doğru olarak ortaya konmuş olmasına rağmen uygulanmaması. Zaten birçok şeyimiz de böyle değil mi? Ülkemizde hangi yanlışlık, kanun eksikliği veya yetersizliğinden kaynaklanıyor ki zaten? Dünyada trafik kazalarında neredeyse birinciyiz, trafik kanunumuz olmadığı için mi?

Ülkemizde halen yürütülmekte olan afet yönetimi sistemi zamanla pek çok değişiklik yapılmış olmasına rağmen esasen 1959 yılında çıkartılan bir yasayla belirlenmiştir. Bu yasada merkez, il ve ilçelerde afete karşı nasıl örgütlenileceği ve bu örgüt içerisinde yer alan kurum ve kuruluşların görev, yetki ve sorumlulukları tanımlanmıştır. Hatta bu maksatla bir "Afetler Merkez Koordinasyon Kurulu" da kurulmuştur. Bu kurul, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Müsteşarı'nın başkanlığında çeşitli bakanlık temsilcileri ile Türkiye Kızılay Derneği Başkanı'ndan oluşmuştur.[55] Daha sonra bu afet yönetimi sistemi her beş yıllık kalkınma planında şekillenmiştir. 1963-2009 yılları arasında uygulanmış olan beş yıllık kalkınma planlarında afet yönetiminin bağımsız bir bölüm halinde korunmadığı, aksine yerleşme, kentleşme, konut, çevre araştırma ve geliştirme gibi konuların alt bölümlerinde irdelendiği gö-

rülmüştür. Ancak 2009 yılında afet yönetimi kendi başına örgütsel bir yapıya kavuşturulmuştur. Bu yapı içerisinde üç kurul oluşturulmuştur. Bu kurullar şunlardır: Afet ve Acil Durum Yüksek kurulu, Afet ve Acil Durum Koordinasyon Kurulu ve Deprem Danışma Kurulu. Bu kurulların dışında ayrıca bir de Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) kurulmuştur. Bu başkanlık merkez ve taşra teşkilatlarından oluşmuştur. Başkanlığın bünyesinde Planlama ve Zarar Azaltma, Müdahale, İyileştirme, Sivil Savunma, Deprem, Yönetim Hizmetleri, Strateji Geliştirme ve Bilgi Sistemleri ve Haberleşme Daire Başkanlıkları ile Hukuk Müşavirliği yer almıştır. 2012 yılında da afet yönetimi konusunda daha ileri bir adım atılmış ve risk azaltma, hazırlık, müdahale ve afet sonrası iyileştirme çalışmalarını bir bütünlük içinde yürütebilmek için "Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı" hazırlanmıştır.[56]

Görüldüğü gibi, ülkemizde depreme hazırlık ve afet yönetimi doğru bir anlayışla ele alınmış ve gerekli yasal altyapı ve örgütlenme gerçekleştirilmiştir. Anlaşılan idarecilerimiz bu bütüncül yapının sadece afete müdahale kısmını önemsemiş ve o konuda uzmanlaşmışlardır. Bu tercihte bazı siyasi düşüncelerin rol oynadığı da muhakkaktır. Ama benim gördüğüm kadarıyla bu tercih sürdürülebilir bir şey değildir. Er geç halk neden en küçük depremde bile can kaybı verdiğimizi sorgulayacak ve bir gün bunun hesabını demokratik yollardan soracaktır. Yukarıdaki yapılanmada gördüğümüz deprem kurulları ne zaman toplanmıştır, ne kararları almıştır bilen yok. Belki de hiç toplanmadılar. AFAD'ı hepimiz duyduk ve çok faydalı işler yaptığına da son zamanlardaki depremlerde şahit olduk. Bizler AFAD'ı Kızılay benzeri bir kurum olarak tanıdık. Depreme Hızır gibi yetişen, çadır kuran, aş ekmek dağıtan, göçükten insan kurtaran bir kurum. Anlaşılan, Müdahale Dairesi çok iyi çalışıyor. Gönül isterdi ki deprem konusunda Zarar Azaltma, İyileştirme ve Strateji Geliştirme Dairelerinin de seslerini duyalım. Belki de iyi çalışıyorlardır, kim bilir? Ama eğer öyle olsaydı deprem kuşaklarımızdaki yerleşim alanları üzerinde ve özellikle de İstanbul'u depreme hazırlamada seslerini duymaz mıydık? Ben şahsen Deprem Dairesi Başkanlığında çok yetenekli yerbilimci arkadaşlarımızın olduğunu biliyorum

ama genelde AFAD'ın bir araştırma kurumu gibi yapılandırıldığını düşünmüyorum. Afet yönetimi konusunda gösterdiği başarıyı deprem araştırmalarında da gösterebileceğine inanmıyorum. Bunun için o kurumun güçlü bir Ar-Ge potansiyeline, akademisyene ve iyi kurgulanmış bir altyapıya sahip olması gerektiğini düşünüyorum. Deprem dairesi başarılı bir sismik ağ işletiyor. Ama bir sismik ağı işletmek tek başına bir yeri deprem araştırma kurumu yapmaz. Deprem araştırmaları çok disiplinli araştırmalardır. Araştırdığınız deprem kaynağına bağlı olarak çok değişik alanlarda yetişmiş, akademisyen nitelikli, araştıran, yazan ve çizen jeofizikçi, jeolog ve deprem mühendislerine ihtiyaç vardır. O nedenle ben öteden beri Türkiye'de deprem araştırmalarının AFAD gibi bir kuruluşa bağlı olmasını doğru bulmadım. Hâlâ da öyle düşünüyorum. Özellikle deprem araştırmaları işi ya bir üniversiteye veya TÜBİTAK'a bağlı bir enstitüye verilmeliydi. Hatta bu işi az bir destekle MTA da çok iyi yapabilirdi.

Benim kanaatime göre AFAD bünyesindeki Planlama ve Zarar Azaltma, İyileştirme ve Deprem Daire Başkanlıkları ülke sathında çok başarılı ve verimli çalışmalar yapabilir. Bunun için de yapmaları gereken tek şey deprem bölgelerinde yer alan ve yerbilimleri ve deprem mühendisliği bölümleri olan üniversitelerle işbirliği yapmaktır. Bu işbirliği deprem kuşaklarındaki aktif faylar üzerinde tehlike analizi, risk analizi ve zarar azaltma çalışmaları üzerinde olmalıdır. AFAD üniversite birlikteliği klasik üniversite devlet kurumu dayanışması şeklinde değil, ciddi "güdümlü proje" mahiyetinde olmalıdır. Üniversite ve AFAD ekipleri tarafından titizlikle hazırlanmış bu projeler daha sonra AFAD hiyerarşisi üzerinden ilgili bakanlıklara iletilmelidir. Bakanlıklar da bu projeleri hızla programlarına alıp mevcut afet yönetimi kapsamında yerel yönetimler eliyle uygulamaya dönüştürmelidir. Eğer gerçekten hükümet ülkemizde depremde can kaybını minimize etmek istiyorsa yapılabilecek doğru işlerden biri budur. Bu ve benzeri yollarla bir an önce deprem bölgelerimizdeki yerleşim alanlarımızı depreme dirençli hale getirmeliyiz. Yoksa deprem olduktan ve insanlar öldükten sonra oralara gidip afeti yönetmek artık bu çağda kabul edilebilir bir davranış değildir.

5

İstanbul depreme hazır mı? Değilse nasıl hazırlanmalıdır?

Bu bölümde, 1999 İzmit depreminden bu yana o kadar üzerinde durulup uyarılar yapılmasına rağmen İstanbul'un beklenen Marmara depremine ne kadar hazır olduğu konusu üzerinde duracağım. Daha sonra İstanbul'un depreme nasıl hazırlanması gerektiğini anlatacağım. Bu arada yıllarca yapılması için mücadele edip bir türlü yaptıramadığımız "denizaltı gözlem istasyonundan" ve öneminden de bahsedeceğim.

İstanbul depreme hazır mı?

1999 depremlerinden sonra "İzmit depremi bir milattır", "Bundan sonra hiçbir şey eskisi gibi olmayacak", "Unutmayacağız, unutturmayacağız" dediğimizi çok iyi hatırlıyorum. Büyük bir heyecan ve ciddiyetle İstanbul'u depreme hazırlamaya kalkışmıştık. Önce bir Deprem Şurası düzenlemiş, depremi tartışmış ve yapılması gerekenleri ciltlerce kitap halinde yayınlamıştık. İstanbul için çok sayıda üniversitenin katılımıyla büyük bir Deprem Master Planı hazırlayıp ilk uygulama alanı olarak da Zeytinburnu'nu göstermiştik. Bütün bu hazırlıklar için de yurtdışı fonlarından çeşitli kaynaklar almıştık. Gelin görün ki zamanla heyecanımızı yitirdik ve bir müddet sonra da depremi sadece 17 Ağustos yıldönümlerinde veya ülkenin çeşitli yerlerinde meydana gelen küçük sarsıntılar sırasında hatırlar olduk.

Son 2011 Van depremi 1999 yılını hatırlatır gibi tekrar gündemimize girdi. Can ve mal kaybı Gölcük ve Düzce depremleriyle kıyaslanamayacak kadar az olmasına rağmen her nedense Van depremi siyasilerimizi ciddi bir şekilde etkiledi. Hükümet yetkilileri iktidarı kaybetme pahasına depreme hazırlık yapacaklarını beyan ettiler. 12 yıldan sonra o zamanki İstanbul Belediye Başkanımız Sayın Kadir Topbaş depremin ciddiye alınması gerektiğini söyledi ve kentin tüm ilçelerini depreme hazırlama çalışmalarının bir seferberlik havası içerisinde başlayacağını ifade etti. Van depremi İstanbul'un depreme hazırlanması umudunu bir kez daha yeşertmişti. Gerçekten de bir şeyler yapılmaya başlandı ama yola çıkış şekli yanlıştı. Şimdiki Cumhurbaşkanımız o zaman başbakandı. O da dahil olmak üzere, İstanbul'u depreme hazırlamak denilince hemen hemen herkesin aklına sadece çürük binaları yıkmak geliyordu. Halbuki bu, kentteki deprem riskini azaltmanın sadece bir kalemiydi. İstanbul'u depreme hazırlamada çürük bina yıkımına başlamadan önce yapılması gereken çok daha öncelikli işler vardı ama onlardan hiç söz eden yoktu. İstanbul'daki 1 milyon 600 bin binanın arasından çürük olanları hemen ayıklayıp yıkacaklarını sanıyorlardı. Biri de çıkıp önce ciddi bir bina analizi yapalım demiyordu. 2012 yılında başbakanımız İstanbul Esenler'de gerçekleşen bir törende kentsel dönüşüm projesini başlattı. Bu proje kapsamında 35 ilimizde 150 kamu binasının yıkımı yapıldı ve tüm Türkiye'de de 7 milyon binanın elden geçirileceği söylendi. Bu tarihten sonra İstanbul'da sıkı bir kentsel dönüşüm süreci başladı.[57] İzleyen yıllar içerisinde birçok semtte yabancı isimlerle anılan çeşit çeşit lüks bina toplulukları veya siteler ortaya çıktı ve kentin çehresi değişmeye yüz tuttu. Kâr amacıyla olsa gerek binaların eni daraldı ama boyları uzadı. Birçok yerde gökdelen yapma yarışına girildi. İstanbul'da hemen hemen hiçbir boş alan bırakılmadan her taraf betona boğuldu. Deprem güvenliği bahanesiyle yapılan bu dönüşümün bizzat kendisi nüfus ve bina yoğunluğu yaratarak deprem riskini artırdı. Üstelik bu çılgın inşaat faaliyeti depremde en fazla hasar alabilecek semtlerde de yapılmadı. Deprem odaklı kentsel dönüşümün asıl hedefinin insanların ciddi bir depremden sonra içinden sağ çıkabilecekleri binalara, açık toplantı alanlarına,

sağlam bir altyapıya ve akıllı yerleşim alanlarına sahip olmak olduğu unutulmuştu. Kentsel dönüşüm rantsal dönüşüm olmuştu. Nitekim bu gidişattan daha sonraları Sayın Cumhurbaşkanımız da dahil hükümet yetkililerimiz de rahatsız olmuştu. Yani anlayacağınız, İstanbul'u depreme hazırlayacak en önemli projeyi deprem odaklı yönetemediğimiz için zamanımızın ve paramızın büyük bir kısmını da yitirmiştik. Kentsel dönüşüme karşı hoşnutsuzluklar artmaya ve başta Sayın Cumhurbaşkanımız olmak üzere insanlar düşey mimariden rahatsız olmaya başlayınca kentsel dönüşüm projesi bir kez daha hız kesti. Sanıyorum bunda son zamanlardaki ekonomik krizin de önemli katkısı oldu. Bu durum 2018 yılına kadar sürdü. Bu tarihlerde İstanbul'da sık sık kendi kendine yıkılan bina ve istinat duvarlarının sayısı artınca depreme hazırlık tekrar akıllara geldi ve en son 2020 Elazığ depremi de bunu perçinledi. Yine bizzat Cumhurbaşkanımız "Deprem güvenli olmayan yapı stokumuzu bizim iktidarımız yenileyecektir" dedi. Tam bu işin hızlanması beklenirken araya, maalesef, Korona salgını (COVID-19) girdi.

İstanbul'un depreme hazır olabilmesi için daha önce tartıştığımız gibi kent bileşenlerinin deprem güvenli hale getirilmiş olması gerekir. Bunu yapabilmek için de kentte önce bir risk analizinin gerçekleştirilmesi ve daha sonra da bu analize istinaden zarar azaltma çalışmalarının yapılmış olması gerekir. Bugün itibariyle bu tür çalışmalar tam olarak yapılmadığına göre İstanbul'un depreme hazır olduğunu söylemek gerçekçi olmayacaktır. Daha önce de bir vesileyle değindiğim gibi, bazı yol, köprü, viyadük, resmi bina, hastane ve okullar İSMEP projesi kapsamında elden geçirilmiştir ama sivil vatandaşlarımızın içinde oturduğu binalar, işyerleri, altyapı, çevre ve ekonomi konularında fazla bir şey yapılmamıştır. Sonuç olarak, maalesef, İstanbul henüz tam olarak depreme hazır değildir.

İstanbul depreme nasıl hazırlanır?

Bir yerleşim alanının depreme nasıl hazırlanabileceğinden daha önce söz etmiştik. Burada bu konudan aynı çerçevede fakat daha ayrıntılı bahsedeceğiz. Önce her ilçede doğru bir tehlike ve

risk analizinin yapılması zorunludur. Her ilçe için tehlike depremdir ve bu depremin büyüklüğü de aynıdır ama bu tehlikenin her ilçede yaratacağı etki aynı değildir. Örneğin, Zeytinburnu'nun depremden görebileceği zarar ile Sarıyer'in göreceği zarar arasında fark olacaktır. Onun için her ilçenin ayrıntılı jeolojik incelemesi ve mikro bölgeleme çalışması yapılarak bu ilçede deprem sırasında en büyük yer hızının, ivmesinin ve yer değiştirme miktarının ne olacağı saptanmalıdır. Böyle bir çalışmanın önemi deprem sırasında sismik dalgaların en fazla nerede hasara sebep olacağını ve o yöredeki yapılara ne büyüklükte bir yatay yükün geleceğini göstermesidir. Yine bu araştırmalara bağlı olarak söz konusu ilçede depremin oluşturabileceği heyelan, kayma, göçük, sıvılaşma, zemin büyütmesi ve tsunami gibi doğal tehlikeler de irdelenmeli ve haritalara dökülmelidir. İBB hem Anadolu hem de Avrupa yakasında böyle bir çalışma yaptırmıştır.[58] Bu çalışma ağırlıklı olarak kıyı kesimlerini içermekte ve Avrupa yakasında Büyükçekmece ilçesinde son bulmaktadır. Çalışmanın, ilçelerdeki tehlike haritalarının oluşturulmasında yararlı olacağı inancındayım.

Tehlike analizi yapıldıktan sonra, yine her ilçede bir risk analizi yapılarak aşağıda verdiğim sorulara net ve bilimsel cevaplar verilmelidir: Deprem olduğu takdirde insanlar nasıl etkilenecektir; can kaybı ve yaralanma ne kadar olacaktır? Binalar nasıl etkilenecektir; hasarın boyutu, niteliği ve dağılımı nasıl olacaktır? Depremden sonra en gerekli devlet daireleri, arşivler, hastaneler, okullar, bankalar ayakta kalabilecekler midir? Tüm ilçenin altyapısı (yol, köprü, kanalizasyon, içme suyu, doğalgaz, elektrik ve telefon şebekeleri, vb.) ne kadar hasar görecektir? Tatlı su rezervleri ve barajlar depremden ne ölçüde etkilenecektir? Sanayi tesisleri ne hale gelecektir; ekip, ekipman ve işgücü kaybı ne kadar olacaktır? İlçede nerelerde ve ne büyüklükte yangın çıkma ihtimali vardır? Deprem ilçede nasıl bir çevre felaketine yol açacaktır? Sanayi tesislerinden ve depolarından çevreye ne kadar parlayıcı, patlayıcı ve zehirli kimyasal yayılacaktır? Bunların zararları nerelerde ve hangi boyutlarda olacaktır? Deprem molozları nerelerde ve nasıl bertaraf edilecektir? Depremin toplum yaşamına, psikolojisine, ekonomisine vereceği zarar ne kadar olacak-

tır; bunun maddi ve manevi maliyeti nedir? Riski artıran ve azaltan eylemler nelerdir? Bu sorulara bütüncül bir bakışla araştırma ve veriye dayalı cevaplar bulunduktan sonra artık o ilçeyi depreme hazırlamak mümkün olabilir. Bunun için takip edilecek yol, beklenen depremde olabileceğini düşündüğümüz zararların azaltılması için gerekli önlemlerin alınmasıdır. Biz bu önlemlere zarar azaltıcı çalışmalar diyoruz.

Zarar azaltıcı çalışmaların başlangıcı halk eğitimidir. Bireylere ve ailelere deprem öncesinde, deprem sırasında ve deprem sonrasında doğru davranış biçimi muhakkak öğretilmelidir. Aksi halde o ilçede anlamlı ve sürdürülebilir bir deprem hazırlığından söz edilemez. Daha sonra ilçenin altyapısındaki olası riskler irdelenmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır. Özellikle içme suyu, kanalizasyon ve doğalgaz şebekelerine ve bunların bina bağlantılarına özen gösterilmelidir. Gerçi bazı otobanlardaki köprü ve viyadükler üzerinde güçlendirme çalışmaları yapıldı ama bugün İstanbul'un birçok ilçesinde olası büyük bir depremde kayma ve göçükle ulaşıma kapanacak yolların sayısı az değildir. İlçelerde anayollar kadar ara yolların da kurtarma ve yardım sağlamada önemli olacağı asla unutulmamalıdır. Deprem sonrasında halkı geçici olarak iskân etmek, beslenmesini sağlamak, sağlık hizmeti vermek gibi birçok iş için geniş toplanma alanlarına ihtiyaç vardır. Yoğun yapılaşma ve aşırı trafik nedeniyle birçok ilçede böyle yerler hemen hemen hiç yoktur veya çok azdır. Bu tür planlamanın bugünlerde düşünülmesi ve çare üretilmesi gerekir. İlçenin depreme hazırlanmasında hayati önemi haiz diğer bir konu da halkın oturduğu evlerin, yani yapı stokunun depreme hazırlanmasıdır. İlçe yöneticileri her nedense yapıların deprem güvenliğinin sağlanması işini sadece "kentsel dönüşüm" mantığı içerisinde algılıyorlar. Halbuki bu doğru değildir. Yapı stokunu depreme hazırlamada amaç ilçenin görünümünü, yerleşimini, mimari dokusunu, gecekondu veya hukuksal problemlerini, vb. düzeltmek veya düzenlemek değildir. Asıl amaç binaların olası bir depremde ayakta kalabilmelerinin sağlanmasıdır. Kuşkusuz ayakta kalmak derken hiç hasar almamaktan bahsedilmemektedir. Her bina elbette deprem sırasında az veya çok hasar alabilir, ancak

"yassı kadayıf" gibi çökerek içinden sağ çıkılma umudunu söndürmemesi yeterlidir. Onun için ilçe yöneticileri her yerde kentsel dönüşümü beklememelidir. Buna vakit de olmayabilir. Hemen kendi ilçelerinin bina stokunun dağılımını, yapısal özelliklerini (cinsi, kat sayısı, vb.), hukuksal durumunu (iskân, imar, vb), zemin özelliklerini, yaşını, kullanım amacını ve niteliğini belirleyecek şekilde elden geçirmelidirler. Bu kaba inceleme sonucu aciliyet kesp eden binalardan başlamak kaydıyla ilçedeki tüm yapı stoku bilimsel bir yöntemle muayene edilmeli ve kusurlu olanları ayıklanmalıdır. Muayene yönteminin oluşturulması çok önemlidir. Kanaatime göre böyle bir yöntem belediye-üniversite işbirliğiyle belirlenebilir. Üniversite değişik nitelikte ve deprem güvenli binaların olmazsa olmaz yapısal özelliklerini saptayıp tablolar halinde belediyelere verebilir. Belediyeler de yetkin tarama ekiplerini ya bizzat kendisi oluşturarak ya da ilgili bakanlık veya mühendisler odası ile işbirliği yaparak ilçesindeki yapı stokunu tarar. Bu iş için özel sektörden de yararlanılabilir. Her ilçede çok sayıda bina olması nedeniyle böyle bir taramanın kolay olmayacağı açıktır. Ama belediye-üniversite-özel sektör-vatandaş işbirliğiyle bu başarılabilir, başarılmak zorundadır. Tarama işlemi için gerekli kaynak belediye ve vatandaş tarafından karşılanabilir. Bu konuda elbette ki devletin ve DASK'ın da destek vermesi gerekir. Bugün birçok insan, evinin deprem güvenli olup olmadığını merak etmekte, bunun için inceleme yaptırmaya hazır olmakla birlikte nereye ve kime başvuracağını bilemediğinden harekete geçememektedir. Tarama sonuçları vatandaşa belediye tarafından tebliğ edilmeli ve bina için ne önerdikleri açıkça söylenmelidir. Öneriler adres bazlı ve doğrudan doğruya bina kusurlarının giderilmesine yönelik olacağı için vatandaş tarafından daha kolay benimsenecek ve desteklenecektir. Kuşkusuz, kendisinden ne istendiği ve kendisine nasıl yardım yapılacağı da net olarak belirtilmelidir. Bu evrede özellikle devlet ön planda olmalı ve sağlamayı vadettiği destek ve kredilerle vatandaşa cesaret vermelidir. İlçelerdeki yapı stokunun ancak bu yolla daha hızlı ve doğru bir şekilde dönüşüme tabi tutulabileceği unutulmamalıdır. Yoksa İstanbul'daki her ilçede bildiğimiz şekliyle kentsel dönüşümü

beklemek ve her binanın yıkılıp yeniden yapılmasını hayal etmek gerçekçi değildir. Böyle bir anlayış hiçbir şey yapmadan depremi beklemek demektir. Kaldı ki her binanın yıkılması da gerekmeyebilir. Belki de birçok ilçede depremi göçük yapmadan atlatabilecek çok sayıda bina vardır. Bu tür binaları da bakıp incelemeden yıkıma tabi tutmak ülkenin bugünkü ekonomik gücü göz önünde bulundurulduğunda doğru değildir, milli servet israfıdır. Kaldı ki tüm İstanbul'daki yapı stokunun bu şekilde yenilenebileceğine de zaten inanmıyorum.

Denizaltı Gözlem İstasyonu

2004 yılında Endonezya'nın Sumatra Adası'nın batı kısımlarında 9.0 büyüklüğünde bir deprem meydana geldi. Bu depreme korkunç bir tsunami eşlik etti. Deprem ve tsunami sonucunda yaklaşık 283.000 kişi öldü.[59] Bu korkunç afet karşısında Avrupa Birliği ülkeleri bu tür afetlere karşı hazırlıksız yakalanmamak için kendi denizlerinde denizaltı gözlem istasyonları kurma kararı aldı. Bunun için Avrupa Deniz Tabanı Gözlemevi Ağı (ESONET) ve Avrupa Çok Disiplinli Deniz Tabanı Gözlemi (EMSO) adlarında iki çerçeve program oluşturup çalışmalara başladılar. O sırada İTÜ ekibi olarak bizler de Marmara'da canhıraş deprem araştırmaları yürütüyor ve KAFZ'nun bu denizaltındaki kolunun özelliklerini anlamaya çalışıyorduk. AB'nin kararlarından haberdar olunca biz de İTÜ olarak müracaat ettik. AB yetkilileri Marmara'da gözlem istasyonlarının kurulması ve yer seçimi için bize her türlü desteği vereceklerini ancak bunların bizim tarafımızdan kurulması gerektiğini bildirdiler. Ayrıca destek vermeleri için de Türk hükümetinden yetkili bir kurumun da bu projenin içerisinde bulunması mecburiyetinden bahsettiler. Bunun üzerine biz projeyi destekleyecek hükümet kurumu aramaya başladık. Uzun uğraşlardan sonra DPT kurumunu bulduk ve onlara dil dökerek ellerinden yazılı bir belge aldık. Bu belgeyi aldıktan sonra adı geçen kurum hiçbir şekilde bizimle ilişki kurmadı ve proje hakkında bilgi almadı. Ama biz Marmara Denizi'nde gözlem istasyonlarının kurulabilmesi için tüm çalışmaları yaptık, istasyonların yerini ve

özelliklerini belirledik. Bu çalışmaları da yine Fransız ve İtalyan meslektaşlarımızla birlikte yürüttük. Marmara'da denizaltı gözlem istasyonu kurmak istememizin elbette ki en önemli bir nedeni burada dünyanın en aktif fay sistemlerinden birinin varlığı (KAFZ) ve yakın bir gelecekte büyük bir deprem beklememizdi. Ama tek neden bu değildi. İki neden daha vardı. Bunlardan biri Marmara'nın özgün oşinografik özellikleri, diğeri de deniz dibindeki fay boyunca tespit etmiş olduğumuz organizma yaşantısıydı. Marmara Denizi oşinografik bakımdan dünyada ender görülen bir konuma sahipti. Bu deniz az tuzlu (binde 22) ve ölü bir deniz olan Karadeniz (ilk 200 m'si hariç) ile normal tuzlu (binde 35) ve bir yaşam cenneti olan Akdeniz'i birleştiriyordu. Bundan dolayı da belirgin bir su tabakalaşmasına sahipti. Karadeniz'in suyu yüzeyden Akdeniz'e, Akdeniz'in suyu da dipten Karadeniz'e akıyordu. Kuşkusuz, bu sular zaman zaman kimi yerlerde terslenip karışıyorlardı. Bu farklı su tabakalarının tuzluluk, sıcaklık ve oksijen durumunun sürekli olarak izlenmesi ve ölçülmesi çok önemliydi. Küresel ısınma ve iklim değişikliği bakımından bize kıymetli bilgiler verebilirdi. Organizma yaşantısına gelince; Marmara Denizi'nin tabanına dalıp fay sistemini incelerken bu fay boyunca yaygın bir bakteriyel örtünün, kurt tüplerinin ve çeşitli organizmaların yaşadığını görmüştük. İlginç olanı bu canlıların yaşadığı kırıklar boyunca aynı zamanda metan ve hidrojen sülfür gibi gazların da çıkmakta olduğuydu. Bu durum biyolojik oşinografi bakımından ilginçti ve bu koşullarda önemli bir besin zinciri oluşturan bu organizmaların özelliklerini muhakkak incelemek gerekirdi.

Marmara Denizi'nin tabanında kurulacak denizaltı gözlem istasyonları birtakım sensor ve cihazlardan ibaret olacak ve opto-elektrik kablolarla karaya bağlanacaklardı. Söz konusu aletler deniz dibindeki faylar boyunca mikro depremleri, basınç değişimlerini, sıcaklığı, oluşan hava kabarcıklarını, akıntıları, meydana gelen bulanıklığı, oksijen miktarını ve fay çatlaklarından çıkan sıvı ve gazları (metan, kükürt ve radon) analiz edip ölçeceklerdi. Bu suretle sürekli ve uzun dönem için alınmış gerçek zamanlı bu veriler değerlendirilerek Marmara Denizi'nin tabanın-

daki fay aktivitesi, yamaç stabilitesi, oşinografi, çevre kirliliği ve iklim değişiklikleri hakkında fikir edinilebilecek ve belki de gelmekte olan Marmara depremiyle ilgili bir erken kestirime gidilebilecekti. 2000'li yılların başında bu istasyonları kurmak için çok çaba sarf ettik. Başvurmadığımız yer kalmadı. Bununla ilgili olarak birçok bakan ve milletvekiliyle görüştük. Katıldığımız birçok konferans ve sempozyumda bunun gerekliliğini anlattık ama sesimizi kimseye duyuramadık, daha doğrusu duymak istemediler. Halbuki eğer bu istasyonları kurmuş olsaydık bugün belki de beklediğimiz depremin ayak seslerini daha yakından ve önceden duyar, halkımızın can güvenliği için yetkilileri uyarırdık.

6

Deprem ve Kanal İstanbul

Biliyorsunuz uzun bir süredir Kanal İstanbul Projesi (KİP) gündemi meşgul etti. Hatta ihale aşamasına kadar getirildi. Korona vakasıyla birlikte hız kesti ama kim bilir ortalık biraz sakinleşince yine de ihaleye çıkılabilir. Proje ilk defa 2011 yılında o zaman başbakan olan Sayın Cumhurbaşkanımız tarafından çılgın bir proje olarak ortaya atıldı. O dönemlerde biraz tartışıldı ama bu tartışma fazla uzamadı ve proje unutulur gibi oldu. Ama 2019 senesinde tekrar gündeme getirildi ve yoğun bir tartışma konusu oldu. Siyasi platformda yapılan tartışmaları bir tarafa koyarsak, proje birçok bilim insanı tarafından muhalefetle karşılandı ve ülkeye yarardan çok zarar getireceği savunuldu. Enteresandır, projeyi kamuoyu önünde akademik anlamda savunanların sayısı hemen hemen yok denecek kadar azdı. Halbuki hükümet yetkilileri bu projeyi 200'den fazla bilim insanının hazırladığını söylüyorlardı. Proje değişik yönlerden incelendiği gibi deprem açısından da değerlendiriliyordu. Hatta kamuoyunda deprem ve Kanal İstanbul hakkında yanlış ve kaynağı bilinmeyen bir söylenti de vardı. Bu söylentiye göre kanalın kazılması, beklenen Marmara depremini tetiklerdi. Tabii ki bu söylem yanlıştı ve Celal Şengör de bunun doğru olmadığını söyledi. Sonra her ne olduysa oldu, sosyal medyada depremi tetikleyeceğini söyleyen ben, buna karşı çıkan da doğal olarak Celal oldu. Kanal yanlıları bunu kanal lehine bir propagandaya dönüştürdüler ve "Bak işte gördünüz mü, ülkenin en şöhretli jeologu bile kanalın yapılmasını destekliyor" de-

meye başladılar. Bu söylemde Celal'in bir TV programında İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanı'yla girdiği bir polemiğin de rolü oldu. Halbuki benim anladığım kadarıyla Celal kanalın açılmasıyla deprem tetiklenmez diyordu, yoksa ben kanalın yapılmasını destekliyorum demiyordu. Ama açık seçik kanala karşı çıkmadığı için de doğal olarak ismi hep bu yönde kullanıldı. Ben açıklandığı ilk günden beri Kanal İstanbul'a karşı çıktım. Ama hemen söylemeliyim ki karşı oluşum siyasi veya ideolojik nedenlerden dolayı değil tamamen bilimsel gerekçelerledir. Deprem kenti olan ve büyük bir deprem bekleyen İstanbul'da böyle bir projenin yapılması son derece risklidir. Aşağıdaki paragraflarda bu risklerin neler olduğu ayrı ayrı başlıklarla bilimsel verilere dayanılarak açıklanmıştır:

Risk 1: Kanalın Marmara Denizi'ne açıldığı kıta sahanlığı aktif faylarla parçalanmıştır.

8 Eylül-2 Ekim 2005 tarihleri arasında İTÜ-IGM işbirliğiyle İtalyanların *Urania* gemisiyle Marmara Denizi'nin kuzey kıta sahanlığında araştırmalar yaptık. Amaç bu kıta sahanlığında canlı fayların olup olmadığını saptamaktı. Bu konu son derece önemliydi zira eğer varsa bu tür faylar Marmara'nın derin çukurluklarını boyunca uzanan ana fay sistemleriyle ilişkili olabilirlerdi. Daha doğrusu bunlar ana fayların karaya doğru uzanan kolları olabilirler ve olası bir büyük depremde de kıyıdaki yerleşim alanlarına ciddi hasarlar verebilirlerdi. *Urania* araştırmaları esnasında kilometrelerce "chirp" verisi toplandı. Bu veriler deniz tabanındaki deformasyonları çok ayrıntılı gösterdiği için canlı fayları tespit etmek çok kolaydı. Bu araştırmalarda Çekmece Gölleri açıklarında canlı fayların mevcut olduğunu tespit ettik. Bu faylar Marmara'nın kuzey çukurluğu içerisinde uzanan ana fay ile dar bir açı yapacak şekilde uzanıyorlardı. Bizden önce 2001 senesinde İÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü'nce bu kıta sahanlığı üzerinde sismik araştırma yapan Gökaşan vd. (2002) de Çekmece Gölleri arasında yoğun bir aktif fay sistemi saptamış ve bu araştırmanın sonuçlarını yayınlamışlardı. Aynı şekilde 2011 senesinde TÜBİTAK Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü'nce Çekmece Gölleri açık-

larında yürütülen sismik çalışmalar sırasında da bu faylar bir kez daha belirlenerek yerbilimcilerin dikkatine sunulmuştu.[60] Chirp kesitleri sığ kesitler olduğu için biz bu fayların gerçek boyutlarını tespit edememiştik. Bizden sonraki araştırmacıların yaptığı sismik çalışmalar da görece sığ sismik çalışmalar sayılır. Gerçi onların kesitlerinde söz konusu fayların 3-5 km derinliklere indiği görülmektedir. Ancak bu kıta sahanlığında ayrıntılı derin sismik kesitler yapılmadan bu fayların gerçek derinliğini ve ana fay sistemiyle olan geometrik ilişkilerini net olarak görmek mümkün değildir. Ama şurası muhakkak ki buradaki fayları ciddi bir şekilde incelemeden Kanal İstanbul'un yapımına kalkışmak büyük bir aymazlık olacaktır. Bu konunun ciddi bir şekilde Kanal İstanbul'un ÇED raporunda ele alınmamış olması da projeyi hazırlayanların bu tehlikenin farkında olmadıklarını göstermektedir.[61] Söz konusu faylar belki de küçük ve sığ faylardır. Kendi başlarına büyük depremler üretemeyebilirler de ama bulundukları bölgelerde bir zayıflık zonu oluşturdukları kesindir. Beklenen Marmara depremi minimum 7,2 büyüklüğünde olacaktır. Bu deprem gerçekleştiğinde Kanal İstanbul'un Küçükçekmece Gölü ile Marmara Denizi arasındaki bölümü en az 9-10 şiddetinde etkilenecektir. Bu şiddetteki bir depreme kanalın bu bölümünün ciddi bir hasar almadan dayanması çok zordur. Deprem sırasında kıta sahanlığı içerisindeki faylar harekete geçecek ve kanalın Küçükçekmece'ye kadar olan güzergâhı boyunca depremin etkisini çok daha fazla artıracaklardır. Olması kuvvetle muhtemel olan yanal ve düşey hareketlerle kanal büyük ölçüde tahrip edilecektir. Kanalın bu bölümünün muhtemelen betonarme olması ve çürük bir zemin içerisinde açılıyor olması da bu olasılığı artıracaktır. Buradan hükümet yetkililerimizi en içten duygularımla bir kez daha uyarıyorum. Bu konuya açıklık getirmeden asla Kanal İstanbul projesine başlamayın.

Risk 2: Kanalın Küçükçekmece Gölü-Marmara Denizi arasındaki kısmında sıvılaşma riski fazladır.

Küçükçekmece Gölü'nün yer aldığı alan çok sayıda irili ufaklı vadinin bir araya gelerek oluşturduğu karmaşık bir vadidir. Onun

için mevcut gölün altında ve yakın çevresinde holosen yaşlı çamurların dışında kalın bir gömülü vadi alüvyonları ve kıyı kumulları mevcuttur. Bu alüvyon ve kumulların sıvılaşma potansiyeli yüksektir. Olası bir depremde bu çökellerin sıvı gibi davranarak üzerindeki rijit Kanal İstanbul'da çökme, oturma ve dönme gibi deformasyonlara neden olacakları kesindir. Bu malzemelerin Küçükçekmece yöresinde tamamen kazınması kalınlıkları nedeniyle pek mümkün değildir. Böyle bir deneme yörede bir başka stabilite sorununa neden olacaktır. Holosen yaşlı alüvyon ve kumulların dışında bu birimlerin temelinde yer alan Tersiyer formasyonlarındaki kumlu ve siltli seviyelerin de sıvılaşmaya katkı sağlayacakları unutulmamalıdır.

Risk 3: Kanalın Küçükçekmece yöresinde heyelan riski çok fazladır

Tüm İstanbul'da en fazla heyelan yapısına Büyükçekmece ve Küçükçekmece gölleri arasında rastlanır. Özellikle kanalın içinden geçeceği Küçükçekmece Gölü'nün hem doğusunda hem de batısında çoğu aktif ve derin heyelan zonları vardır. Bu zonlar daha bugün deprem olmadan bile hareket halindedir. Çekmece gölleri arasındaki bölgede denizde ve karada yapılmış olan jeolojik, jeofizik (çok kanallı sismik, batimetrik, vb.) ve GPS çalışmalarından kıta sahanlığında tespit edilmiş fayların konum ve doğrultularıyla Çekmece gölleri yöresinde haritalanmış olan heyelan zonlarının büyük bir uyum içinde oldukları gözlenmiştir.[62] Bu da açık olarak göstermektedir ki kıta sahanlığı içindeki aktif faylarla bu heyelan zonları arasında kökensel bir ilişki vardır. Yarın beklenen Marmara depremi gerçekleştiğinde ana deprem zonu önce sahanlık içerisindeki fayları, onlar da karadaki heyelan zonlarını tetikleyecektir. Bu olasılık asla göz ardı edilmemelidir. Söz konusu heyelanlar harekete geçtikleri takdirde Küçükçekmece Gölü'nün içerisinden geçen bir kanalın bundan çok ciddi olarak etkilenmemesi mümkün değildir. Zaten sığ ve dar olan bu kanalın heyelanlarla tahrip edilmesi ve tıkanması beklenebilir.

Risk 4: Kanal tsunami tehdidi altındadır

Marmara Denizi'nde meydana gelmiş bütün 7'den büyük depremlerde tsunami olmuştur. Tsunamiyi oluşturan neden faylanmadan dolayı deniz tabanında meydana gelen belirgin bir düşey yer değiştirme değil, kuzey kıta yamacında olan denizaltı heyelanlarıdır. Kuzey yamaç genellikle heyelan oluşturmaya müsait çökellerden yapılmıştır. Büyük deprem sarsıntısı olduğunda bu yamaçta heyelanlar başlamakta ve bunun sonucunda da tsunamiler meydana gelmektedir. Tsunamilerin boyutunun ne olabileceğine dair iki örnek vermek istiyorum. Bunlardan biri 1509 tarihi depremi, diğeri de bizim İTÜ'de yapmış olduğumuz bir tsunami araştırmasıdır. Tarihsel kayıtlarda bu deprem sırasında denizin kabardığı ve surları aştığı söylenmektedir. Surların yüksekliği göz önüne alınırsa, tsunami yüksekliğinin aşağı yukarı 10 m'yi bulduğu söylenebilir. İkinci örnek, içerisinde araştırıcı olarak benim de yer aldığım eski bir denizaltı heyelan araştırmasıdır. Marmara'da yaptığımız araştırmalar sırasında Adaların güneyinde 17.000 sene önce oluşmuş olan çok büyük bir denizaltı heyelanı keşfettik. Bu heyelanın denizde ne kadarlık bir su hareketi yaratmış olabileceğini hesaplayınca bu tarihte en az 10 m'lik bir tsunami olmuş olabileceğini gördük.[63]

Görüldüğü gibi, Marmara Denizi'nin kuzey kıyıları büyük depremler esnasında tsunami dalgalarından etkilenmiştir. Hiç kuşkusuz ki, beklenen Marmara depreminde (daha önce yapılmış olması halinde) Kanal İstanbul için de bir tsunami tehdidi vardır. Tsunami dalgası kanal içerisine girdiği takdirde belirli bir kalıp içerisine girmiş gibi hareket ederek daha da büyüyebilir ve kanala önemli zararlar verebilir. Hızla akan tsunami akıntısı büyük bir güçle kanal kenarlarına ve yamaçlarına çarparak buraların oyulup yıkılmasına neden olabilir. Kenarlardan çıkan malzemeler kanal içerisine taşınarak bu yapı boyunca sürüklenecektir. Bu malzeme akışı ve sürüklenmesi sırasında kanal tabanı ve izolasyonları büyük ölçüde hasar görebilecektir. Tsunami sırasında kanalda gemilerin bulunması halinde aşırı akıntı hızı nedeniyle gemiler de tıpkı malzeme gibi sürüklenebilecektir. Sürüklenen malzemelerin bir baraj oluşturması durumunda kanal içerisinde su seviye-

si yükselecek ve topoğrafyanın uygun olduğu yerlerde çevrenin deniz tarafından istila edilmesi söz konusu olabilecektir.

Risk 5: Kanal İstanbul deprem riskini artırır

Deprem bekleyen bir kentte riski artıran pek çok faktör vardır. Bunlardan biri de o kentte yapı ve nüfus yoğunluğunu artırmaktır. Yapı ve nüfus miktarı ne kadar artarsa olası bir depremde risk de o kadar artar. Kanal İstanbul böyle bir projedir. Yapıldığı takdirde her iki tarafında belirli boyutta yerleşim alanları kurulacak, dolayısıyla da depremde can ve mal kaybı riskini artıracaktır.

Kanal İstanbul'un bir başka deprem riski de afet yönetimi sırasında ortaya çıkacaktır. Bilindiği gibi, en etkin afet yönetimi istenen bir işi veya talep edilen bir servisi en kısa zamanda yerine getirmekle mümkündür. Yangın yerine itfaiyenin en kısa zamanda gitmesi gerekir. Kurtarma ekiplerinin vakit geçirmeden göçük başında bulunmaları elzemdir. Yaralıların hastanelere süratle yetiştirilmeleri şarttır. Kanal İstanbul yapıldığı takdirde afet esnasında bu tür müdahale ve hizmetler hızla verilemeyecektir. Bu projeyle İstanbul'un önemli bir kısmı ada haline dönüşecek, bu adaya, Trakya'ya veya Anadolu'ya sadece deniz yolu, köprü veya tüneller vasıtasıyla ulaşılabilecektir. Büyük bir depremde bu yolların kısmen veya tamamen hasar görmesi durumunda da acil müdahale ve afet yönetimi söz konusu olamayacak ve can kaybı tavan yapacaktır.

7

En çok sorulan sorular

Görsel ve yazılı basın ya da halk tarafından bize sık sık sorular sorulmaktadır. Bunların bazıları sürekli tekrar eden sorulardır. Aşağıda bu soruları ve kısa cevaplarını bulacaksınız:

Deprem olacak mı?

1999 İzmit ve Düzce depremlerinden sonra Marmara Denizi ve İstanbul'un tehdit altına girdiğini söyledik ve alarm verdik. Bunu çoğu yerbilimci de söyledi ama nedense halkımızın depremin gerçekten olup olmayacağına dair hâlâ kuşkusu var galiba. Bu kuşku belki de bazı yerbilimcilerin farklı söylemlerinden kaynaklanıyor olabilir. Ancak şunu bir kere daha söyleyeyim ki yakın bir gelecekte Marmara Denizi'nde ve İstanbul'da en az 7,2 büyüklüğünde bir deprem olacaktır. KAFZ'nun depremleri batıya taşıması, 1999 depremlerinin Marmara Denizi'nin altındaki yerkabuğunu stresle yüklemiş olması, denizaltı araştırmaları, tarihi depremler, istatistikler, vb. bunu göstermektedir.

Deprem ne zaman olacak?

İnsanlar bu sorunun cevabını bildikleri halde bu soruyu soruyorlar ve hâlâ sosyal medyada dolaşan bir söylentiye inanarak filan gün deprem olacak diye endişelenebiliyorlar. Bugün itibariyle bilim depremlerin olacağı zamanı kestiremiyor. Bu konuda dünyanın birçok yerinde araştırmalar yapılıyor ama henüz tüm dünyaca kabul edilmiş bir sonuç yok. AB standartlarına göre depre-

min tahmin edildiğini söylemek için depremlerin yerini, büyüklüğünü ve zamanını tam ve doğru olarak bilmek ve bunu sürekli olarak yapabilmek gerekir. Bu yöntemin de bilim dünyasınca kabul edilmiş olması şarttır. Şimdiye kadar sadece 1975 yılında Çin'deki Haicheng depremi önceden tahmin edilmiş, fakat aynı ülkede daha sonraki depremlerde bu kestirme yönteminin işe yaramadığı görülmüştür.

Beklenen Marmara depremi ne kadar sürer?

Depremin ne kadar süreceği konusu da doğal olarak, halk arasında bir korku vesilesidir. Haklı olarak uzun sürecek bir sarsıntının daha büyük bir yıkıma neden olacağı düşünülüyor. Bir depremin süresi büyük ölçüde depremin büyüklüğüne ve hissedildiği yerdeki zeminin özelliklerine bağlıdır. Sismik dalgaların kaya zeminlerden hızla geçip gittiğini, killi, kumlu ve sulu zeminlerde ise oyalandığını biliyoruz. Depremin süresini bir kıyaslama yaparak söylemek belki mümkün olabilir. 17 Ağustos 1999 depremi 7,4 büyüklüğündeydi ve yaklaşık 45 saniye sürdü. 12 Kasım 1999 Düzce depremi 7,2 büyüklüğündeydi ve 30 saniye sürdü. Beklenen Marmara depremi minimum 7,2 büyüklüğünde olursa, 30-45 saniye sürebilir.

Ülkemizde deprem beklenen yerler nereler?

Biliyorsunuz büyük bir olasılıkla deprem beklediğimiz yerleri söylemek bir deprem kestirimi değildir. Eğer bir yerde tarihsel depremleri ve orada olan en son depremin tarihini göz önüne alır ve bu tarihten günümüze kadar çok uzun bir zaman geçtiğini saptarsak o yöreyi deprem beklenen yerler arasına alabiliriz. Ancak bu beklentide çok da iddialı olmamak lazım çünkü önemli olan sözü edilen yerdeki fayın deprem tekerrür süresidir. Diyelim ki deprem tekerrür süresi 500 sene olan bir yerde eğer siz 150 veya 200 senedir deprem görmediğiniz için orayı her an deprem beklenir riskli yerler arasına sokarsanız yanlış yaparsınız. Doğal olarak orada yeni bir deprem için daha 300 senenin geçmesi gerekecektir. Onun için bir yerde deprem beklentisinden söz ederken oradaki fay sisteminin deprem tekerrür periyodunun da bilinme-

si çok önemlidir. Ama maalesef, bizler çoğu kez bunu net olarak bilmediğimiz halde sırf son depremden bugüne kadar geçen zamanı düşünerek bazı yorumlar yapıyoruz. Eğer bir kentte veya bölgede tarihi depremlerin kayıtlarının tutulmuş olduğu ciddi bir arşiv varsa bu arşivden yararlanarak istatiksel yöntemlerle bir tekerrür periyodu çıkartılabilir. Ancak doğru bir periyot için uzun zamana yayılmış ve aynı fay kolu üzerinde olmuş çok sayıda depreme ihtiyaç vardır. Başka bir deyişle sadece tarihi depremlerle doğru bir tekerrür periyodu hesaplanamayabilir. Tarih öncesi depremlerin bilinmesi gerekir (jeolojik depremler). Bu depremler için paleo-sismolojik araştırmalara ihtiyaç duyulur. Bu araştırmalarda faylar üzerinde belirli yerlerde hendek kazmak suretiyle söz konusu fayların zaman içerisinde üretmiş oldukları depremlerin izleri bulunur ve bu izlerin yaş tayinleri de yapılmak suretiyle depremlerin oluş zamanları tespit edilir.

Yukarıdaki bilgiden sonra Türkiye'de deprem açısından en sıkıntılı olan yerleri şu şekilde sıralayabiliriz: 1) KAFZ üzerinde Marmara Denizi ve Erzincan-Bingöl arasındaki Yedisu fayı. Marmara'da KAFZ'nun kuzey kolu üzerinde deprem bekliyoruz. Bu kol üzerinde ve 7'den büyük olan en son deprem 1766'da gerçekleşmiş. Aradan yaklaşık 254 sene geçmiş durumda. Bu fayın tekerrür periyodunun yaklaşık 250 sene olduğu düşünülüyor. Yedisu fayı üzerindeki en son deprem 1784 yılında olmuştur. Aradan 236 sene geçmiştir ve burada hâlâ deprem olmamıştır 2) Keza KAFZ'nun Marmara Denizi'nin güneyinde bulunan güney kolu üzerinde de görece uzun sayılabilecek bir süredir deprem olmamış yerler var. Bu yerler arasında Mustafa Kemalpaşa, Bursa, Gemlik ve İznik yörelerindeki fayları saymak mümkündür. Bu faylar üzerindeki büyük depremlerin çoğu en son 1850-1863 yılları arasında olmuştur.[64] Dolayısıyla buralarda da 160-170 seneden beri deprem yoktur. Hatta İznik ve Geyve faylarının bazı kesimlerinde 600-700 seneden beri deprem olmamıştır. Her ne kadar bu fay kollarındaki deprem tekerrür periyodu çok net olarak bilinmese de aradan geçen uzun süre nedeniyle bu yörelerde dikkatli olunmalıdır. Adı geçen fayların 7'ler mertebesinde deprem üretme potansiyelleri vardır.[65] 3) DAFZ üzerinde Karlıova-Göy-

nük arası deprem bakımından sıkıntılı olarak görülmektedir. Karlıova kolu olarak bilinen bu kesimde en son deprem 1866 yılında ve 7,2 büyüklüğünde olmuştur. O zamandan bu zamana 154 yıl geçmesine rağmen hâlâ deprem yoktur. Yine DAFZ üzerinde deprem olma olasılığı fazla olan bir yer de bu fayın Çelikhan-Erkenek koludur. Bu kol üzerindeki son büyük deprem 1893 yılında olmuştur ve 7,1 büyüklüğündedir. Bildiğiniz gibi, birkaç ay öncesine kadar yerbilimciler olarak bizler bu kolun doğusundaki Hazar Gölü-Sincik kolunda da (Pütürge) deprem bekliyor ve sürekli olarak Elazığ ve Malatya'da yaşayan vatandaşlarımızı uyarıyorduk. Nitekim 24 Ocak 2020 tarihinde Elazığ/Sivrice depremi (6.8) oldu ve bu kolu deprem beklenen yerler listesinden çıkarttık. Elazığ depreminin muhtemel stres transferiyle tahmin ediyorum ki hem Çelikhan-Erkenek hem de güneybatısındaki Gölbaşı-Türkoğlu kolunun deprem riski çok daha arttı. Gölbaşı-Türkoğlu kolunda en son deprem 1513 yılında olmuş ve büyüklüğü 7,4. Kahramanmaraş ve Antakya arasında yer alan ancak Ölüdeniz fayı ile ilgili olan Türkoğlu-Antakya kolu üzerinde de deprem beklentisi mevcut. Bu kol üzerinde de 1822 yılından beri büyük deprem yok. 1822 yılında burada olan depremin büyüklüğü 7,5.

Depremin büyüklüğü ile şiddeti arasındaki fark nedir?

Bu iki konu genelde karıştırılmaktadır. Depremin büyüklüğü depremde açığa çıkan enerji miktarı ile ifade edilir ve Richter ölçeğiyle ölçülür. Ölçekte deprem büyüklüğü 1'den 10'a kadar tanımlanmıştır. Deprem olan bölgede depremin büyüklüğü değişmez ve her yerde aynıdır. Depremler çoğunlukla 3.0 veya 4.0 büyüklüğünde oldukları takdirde insanlar tarafından kolayca hissedilirler. 4.0 büyüklüğünde bir deprem 56 ton patlayıcıya denk bir enerji açığa çıkartır. 7.0 büyüklüğünde bu enerjinin miktarı 1.800.000 ton patlayıcı olur. Bu da depremin büyüklüğünün logaritmik olarak arttığını gösterir. Depremin şiddeti ise yeryüzündeki yapıların depremden ne ölçüde etkilendiğinin bir ölçüsüdür. Şiddet, değiştirilmiş Mercalli ölçeği ile ölçülür. Bu ölçek depremde yapıların almış olduğu hasar tanımına göre oluşturulmuş olup Romen rakamlarıyla I'den XII'ye kadar derecelendirilmiştir. Ör-

nek vermek gerekirse; bir yer depremden VII şiddetinde etkilenmişse oradaki yapıların hasar durumu şöyle olabilir: Tasarımı ve inşaatı çok iyi yapılmış binalarda pek ciddi bir hasar olmaz. İyi inşa edilmiş sıradan binalarda hafif veya orta hasar gözlenir. Kötü tasarlanmış ve kötü malzeme kullanılmış yapılarda önemli ölçüde hasar ve yıkım görülür. Çoğu baca yıkılır. Depremin şiddeti yapının deprem odağına olan uzaklığına ve zemin durumuna göre değişir. Örneğin; Marmara Denizi'nde olan bir depremi Avrupa kıyılarındaki semtler çok daha şiddetli hissederken, denizden uzak Sarıyer semti görece daha az şiddetli hissedecektir.

Stres yüklü bir fayın enerjisini suni depremler yaratarak boşaltmak mümkün mü?

Muhatap olduğumuz sorulardan biri de bu. Deprem olmadan önce bir fayın enerjisini boşaltıp onu zararsız hale getirmek mümkün müdür? Tabii ki mümkün değil. Faylar çok büyük miktarlardaki patlayıcıya denk enerji biriktirirler. Örneğin 7,0 büyüklüğündeki bir deprem 1.800.000 ton patlayıcı karşılığı enerji açığa çıkartır. Bu enerjinin büyüklüğünü şöyle anlatayım: Japonya'da Hiroşima'ya atılan atom bombasının enerji miktarı 18.000 ton TNT'ye eşdeğerdi. Gördüğünüz gibi 7.0 büyüklüğündeki bir depremde açığa çıkan enerji miktarı 100 atom bombasının aynı anda patlamasıyla ortaya çıkan enerjiye denk. Hal böyle olunca, kaç atom bombası patlatarak bir fayı harekete geçirip enerjisini boşaltacaksınız? Açığa çıkan enerji de yine size deprem olarak geri dönmeyecek mi? Ayrıca bu bombaları nerede ve nasıl patlatıp da kontrollü olarak fayı harekete geçireceksiniz? Bir zamanlar Amerika'nın Kaliforniya eyaletinde bazı yerlerde deneme mahiyetinde fay düzlemine yağ ve sudan ibaret akışkanlar basılmış. Bundan fayın takılmadan düzenli hareket etmesi, dolayısıyla da stres biriktirip büyük deprem üretmemesi amaçlanmış. Ama bu denemenin hiçbir ciddi sonucu olmamış. Benzer bir durum dünyanın çeşitli yerlerindeki jeotermal bölgelerinde de yaşanıyor. Jeotermal sahalarda ciddi miktarlarda re-enjeksiyon suları çoğunlukla aktif fay düzlemlerine basılır. Basılan bu su yeraltındaki tabakalarda birtakım fizikokimyasal değişimlere, gözenek basınç-

larına, kayma ve yer değiştirmelere ve hatta ender olarak da insanın duymayacağı küçük depremlere neden olurlar ama hiçbir zaman bir fayın kontrollü olarak deprem üretip enerjisini boşaltmasını sağlayamazlar.

Küçük küçük depremler bir fay üzerindeki birikmiş enerjiyi azaltıp o fayın büyük bir deprem üretmesini engelleyebilir mi?

Bu da çok sık sorulan sorulardan. Özelikle Marmara Denizi'nde küçük küçük depremler olunca, kimileri seviniyor. Çünkü bu suretle ana fayın yavaş yavaş enerjisini boşalttığını dolayısıyla da beklenen büyük depremi üretemeyeceğini düşünüyorlar. Kuşkusuz, bu düşünce yanlış. Küçük depremlerle büyük deprem üretecek bir fayın enerjisini boşaltamazsınız. Bunu şöyle açıklayalım: Depremin büyüklüğü logaritmik olarak artmaktadır. 4,0 büyüklüğündeki bir depremle 5.0 büyüklüğü bir deprem arasında enerji açığa çıkarma bakımından 32 misli fark vardır. Yani 5.0'lık bir deprem 4.0'lık depremden 32 kat daha fazla enerji çıkartır. 6.0'lık deprem ile 4'lük deprem arasında enerji salma farkı kabaca 1024 misli olur. 7,0 büyüklüğündeki bir deprem ile 4,0 büyüklüğündeki bir depremi kıyaslarsanız bu fark aşağı yukarı 32.798 eder. Bu demektir ki siz 7.0'lik deprem üretecek bir fayın enerjisini 4.0'lük depremlerle boşaltacaksanız 32.798 deprem üretmeniz gerekir. Gördüğünüz gibi, bu mümkün değildir. Zaten bir yerde peş peşe bu kadar deprem olsa orası tek seferde olacak 7,0 büyüklüğündeki bir depremden çok daha fazla zarar görür.

Depremler birbirlerini tetikler mi?

Evet, tetikler ancak bazı kuralları vardır. Deprem üreten mekanizmaları düşünürseniz siz de neyin neyi etkileyebileceğine dair fikir yürütebilirsiniz. Ama sakın unutmayın ki fayların birbirleriyle olan iletişim ve etkileşimleri oldukça karmaşık ve anlaşılması zordur. Bir fay kuşağı içerisinde olan bir deprem aynı kuşak içerisinde ve kendisine yakın olan faylara enerji transfer eder ve eğer o faylarda yeterli enerji birikimi varsa orayı tetikleyebilir. Örnek; KAFZ üzerinde Erzincan'daki bir depremin, hemen batısın-

daki Tokat'ın Suşehri ve Reşadiye mıntıkalarında bir tetiklemeye sebep olabileceği düşünülebilir. Ancak Erzincan'da olan depremin aynı fay kuşağı içinde olsa bile Marmara'daki fayları tetiklemesi zordur. Keza, DAFZ üzerinde olan son Elazığ depremi nedeniyle bu fayın Malatya ve Kahramanmaraş çevresindeki kesimlerinde tetiklenme beklenebilir ama bu depremin Marmara'daki fayları tetikleyebileceğini düşünmek pek gerçekçi değildir. Ege fay sistemleri üzerinde olan depremlerin bu sistemlerden farklı olan KAFZ ve DAFZ kuşaklarında depreme neden olabileceğini söylemek de doğru değildir. Özet olarak, her şeyden önce deprem oluşturan fay sistemlerinin kinematik ilişkilerine ve birbirlerine olan yakınlıklarına bakmak daha doğru bir yaklaşım olur.

Bugünlerde depremler neden sıklaştı?

Ülkemizin farklı yörelerinde bazen daha sık deprem olur. Hem halk hem de medya bize "Neden bugünlerde depremler sıklaştı, özel bir durum mu var?" gibi sorular sorarlar. Gerçekten de zaman zaman depremler daha sık görülebilir. Bunun pek çok nedeni olabilir. Ben burada kolayca anlaşabilecek bir şekilde şunları söyleyebilirim: 1) Toplumun depreme karşı hassasiyetinin arttığı dönemlerde her boyuttaki deprem dikkat çeker ve gerçekte deprem sayısında bir artış olmadığı halde sanki artış varmış gibi algılanabilir 2) Bir yerde büyük bir deprem olduğunda çevresindeki faylarla olan etkileşim nedeniyle orada deprem sayısında görece artış görülebilir 3) Deprem üreten mekanizma koşullarındaki değişim deprem sayısındaki farklılaşmalara neden olabilir. Örneğin, levha hızlarındaki değişim levha sınırlarındaki depremselliği etkileyebilir.

Depremden önce (veya hemen sonra) hava açıkken tuhaf bulutlar gördük, depremle ilişkisi var mı?

Dünyanın birçok yerinde deprem bulutlarından bahsediliyor ama henüz bunların yerbilimlerinde kabul edilir bir tarafı yok. Aynı şeyi meteoroloji için de söyleyebilirim. Bu bulutların deprem sırasında yeraltındaki fay düzlemi boyunca gaz çıkışları sonucu oluştuğu kabul ediliyor. Çıkan görece sıcak gazlar gökyü-

zünde soğuk hava ile karşılaşınca koyu renkli ve ince uzun bulutlar oluşuyor deniliyor. Ancak 11.340 çeşit bulutun oluştuğu atmosferik bir ortamda belli bir bulut tipinin depremi karakterize ettiğini iddia etmek bugün için bize inandırıcı gelmemektedir.[66]

Depremden hemen önce (veya sonra) bir ışık gördük; bunun nedeni nedir?

Deprem ışıkları öteden beri bilinen bir konudur. Bu ışıklar dünyanın birçok deprem kuşağı boyunca deprem öncesinde, deprem sırasında veya sonrasında görülebilirler. Oluşumları hakkında değişik görüşler vardır. Bir görüşe göre; deprem öncesinde veya sırasında yerkabuğu içerisinde birikmiş olan stres, kayaların ısınmasına ve su kaybına neden olur. Isınan kayaların içerisindeki piezoelektrik malzemeler (ör. Kuvars) mekanik etkilerle elektrik enerjisi üretir ve bu elektrik buharlaşmayla birlikte yeryüzüne yükselerek ışık şeklinde görülür. Diğer bir görüşe göre ise depremin oluştuğu fay düzlemi içerisinde basınç anormal yüksektir, dolayısıyla bu düzlem boyunca çok yüksek bir voltaj birikebilir. Depremle birlikte bu voltaj bir elektrik kolonu halinde boşaldığında havayı iyonize ederek akkorlaştırır ve ışık saçmasına neden olur. Ancak bütün bu iddialara rağmen deprem ile dünya ışıkları arasında verilere dayalı ciddi bir ilişki saptanmamıştır.[67]

Depremler hep gece mi olur?

Depremler hep gece olur düşüncesi yanlıştır. Deprem günün her saatinde olabilir. İstatistiksel olarak gece depremlerinin sayısı gündüz depremlerinden fazla bile olsa bu da bir tesadüftür.

Havalar çok sıcak, deprem mi olacak?

Halk arasında şu tür söylemleri çok duyarız. "Bugünlerde havalar çok sıcak ve nemli, deprem mi olacak ne?" Daha önce de söylediğim gibi, depremin hava şartları ile doğrudan bir ilişkisi yoktur. Ülkemizden biliyorsunuz, deprem kışın da oluyor yazın da. Yani depremler her türlü hava şartlarında, iklimde ve her mevsimde meydana gelebilir.

Ay ve güneş tutulmaları depremi tetikler mi?

Ay'ın ve Güneş'in dünyamız üzerinde çeşitli etkileri vardır. Ay Dünya'ya çok daha yakın olduğu için etkisi daha belirgindir. Bu etkinin en güzel örneği gelgit akıntılarıdır. Dünya yörünge hareketi sırasında zaman zaman Ay ile Güneş arasına girer ve bu durumda gölgesi Ay'ın üzerine düşer. Bunun sonucunda da Ay tutulması olur. Bu koşullarda Ay-Dünya-Güneş bir hizaya gelir ve Dünya üzerindeki kütle çekim gücü çok daha fazlalaşır. Bu çekim gücü sadece hidrosfere etki etmekle kalmaz, litosferin de belirli ölçüde genleşmesine neden olur ama bu hareket fay kuşaklarının tetiklenip büyük depremler oluşturmasına yetecek bir güç değildir. Ancak, olsa olsa çok özel koşullarda bardağı taşıran son damla olur.

Benzer şekilde, Ay'ın yörünge hareketi sırasında Dünya ile Güneş'in arasına girmesi sonucu Güneş tutulması olur. Böyle bir durumda Dünya-Ay-Güneş hizalanır ve bunların Dünya üzerindeki kütle çekim gücü artar. Ancak Güneş Dünya'dan çok uzakta olduğu için bu çekim gücü dünyada herhangi bir fay hattını tetiklemeye yetmez. Daha önce de dediğim gibi, eğer bir yerde depremin olacağı varsa orada bardağı taşıran son damla olabilir.

Bir yerde deniz çekilmiş, deprem mi olacak?

İnsanlarımız deprem ve tsunami haberlerinde, herhangi bir sahile tsunami gelmeden kısa bir zaman önce o sahilden deniz çekilir lafını duydukları için ülkemizde böyle bir olay olduğunda haklı olarak deprem mi geliyor diye endişeye kapılıyorlar. Depreme bağlı deniz çekilmeleri hemen depremden sonra olur ve akabinde de tsunami dalgaları sahili vurur. Deprem dışında, geçici deniz çekilmelerinin nedeni meteorolojik ve oşinografik olaylar olabilir. Meteorolojik olaylar arasında yüksek basınç ve rüzgâr, oşinografik olaylar arasında ise gelgit, akıntı ve su yoğunluğundaki değişimleri saymak mümkündür.

Deprem için herkes bir şey söylüyor, kime inanalım?

Ben bu soruyu çok haklı bulmuyorum doğrusu. Öncelikle depremlerde herkes değil çoğunlukla akademisyenler konuşuyor. Eğer onlar arasında söylem farkı varsa bu farkın neden kaynaklan-

dığına bakmak lazım. Bu fark bilimsel nedenlere dayanıyorsa bundan endişe etmemek gerekir; deprem gibi karmaşık bir konuda bazen eldeki verilerin yorumuyla farklı sonuçlara ulaşılabilir. Ama bir taraf araştırmaların içinde olan ve veriyi bizzat toplayıp yorumlayan insanlar, diğer taraf da sadece duyup okuduklarını söyleyen kimselerse hiç kuşkusuz araştırmanın içinde olanlara inanmak lazımdır. Bu tür cepheleşme bizim gibi yeterince bilim toplumu kıvamına gelmemiş toplumlarda görülür. Bilgi toplumlarında, akademik dünyada araştırmalarıyla öne çıkmamış kimseler medya önünde toplumun karşısına çıkmaya cesaret edemezler ve zaten medya tarafından da çıkartılmazlar. O tür toplumlar seçicidir ve böyle hafiflikleri affetmezler. Akademik dünyada araştırmalarıyla öne çıkmış insanlar da bellidir. Bunların kim olduklarını isteyen herkes kolaylıkla bulabilir. Google'da tüm dünya akademisyenleri için geliştirilmiş bir arama motoru vardır. Buradan önce Google Akademik seçilir. Sonra bilgi edinilmek istenen akademisyenin tam olarak adı ve soyadı girilir. Bu veri girişinden sonra ekranda söz konusu akademisyenin kullanıcı profili belirir. Bu profilde akademisyenin adının üzerine tıklarsanız onunla ilgili tüm bilgiler önünüze dökülür. Bu bilgiler arasında dünyada ciddi endekslerce taranan dergilerdeki yayınlarının sayısı, adı, kaç atıf aldığı ve H-Endeksi (Hircsh Endeksi) vardır. Bunlar bir akademisyenin en önemli varlığıdır. Bir akademisyen dünyanın değer verdiği hakemli dergilerde ne kadar yayın yapmış ve ne kadar atıf almışsa o akademisyen o kadar değerlidir. H-Endeksi de bunların bir ölçülendirme şeklidir. Bu endeks bir öğretim üyesinin, bir bilim insanının, yayın yaptığı bilim alanlarına yapmış olduğu katkının sayısal olarak derecesini gösterir. Bütün dünyada bilim insanlarının işe alınmında, unvan verilmesinde, ödüllendirmede, akademiye seçilmelerinde hep bu endekse bakılır. Dünyanın bilim ve teknolojide ileri olduğu ülkelerde H-Endeksi belirli bir değerin altında olan akademisyenlerin terfi edip profesör olması asla mümkün değildir. Ama gelin görün ki bizim ülkemizde kazın ayağı öyle değil. Eğer, sizler de anlattığım gibi Google Akademik'ten her gün televizyonlarda gördüğünüz bazı meşhur depremcilerin araştırmalarına ve H-Endekslerine bakarsanız onların bilim dünyasında hiç yaşamadığını görürsünüz. Bu ko-

nuda benim diyeceğim bu kadar. Kime inanacağınıza siz karar verin. Ya tipi, konuşması veya söyledikleri hoşunuza gidiyor diye birine inanın, ya da bilim dünyasında başarılı olanı seçin. Bunu halk da medya da yapabilir. Ama medyanın böyle bir yola girmeyeceğine bahse girerim. Çünkü onlar için konuşanın bilim insanı olup olmamasından çok ne kadar spekülatif konuştuğu daha önemlidir. Aksi olsaydı şimdiye kadar "bilimde kim kimdir"i onlar çoktan bulmuş ve uyguluyor olurlardı.

Ulusal Deprem Konseyi neden kaldırıldı?

1999 depremlerinden sonra içine düştüğümüz acıklı durum karşısında, o zamanki hükümet yönetimi bilgilendirsin, yol göstersin, kamuoyunu aydınlatsın ve ulusal deprem stratejisini oluştursun diye bir deprem konseyi kurdu. Bu konsey 2000 senesinde o zamanki Başbakan Sayın Bülent Ecevit'in imzaladığı bir genelgeyle kuruldu. Konsey TÜBİTAK binasında yapılandı ve bu kurumun destek ve olanaklarıyla çalışmalarını yürüttü. Ben de konseyin kurucu üyeleri arasında yer aldım. 2000-2007 yılları arasında deprem konseyi oldukça başarılı çalışmalar yaptı, ulusal deprem stratejisini hazırladı ve isteyen her kuruma yardımcı oldu. Konseye ülkemizin en önde gelen ve uluslararası saygınlığı olan bilim insanları ve teknisyenler seçildi. Bu seçkincilik o zaman medyada şöhret olmuş ama aktif araştırmaların içinde olmayan bazı deprem uzmanlarını rahatsız etti. Bunlar alenen konseye karşı çıktılar. Konseyin hükümet yetkilileriyle de pek bir yakınlığı olmadı. Ne kurucusu olduğu koalisyon hükümeti ne de ondan sonra gelen hükümet Ulusal Deprem Konseyi'ne iltifat etti. Sanıyorum bunun en önemli nedeni konsey ile hükümetlerin yolunun pek kesişmemesiydi. Zaman geçtikçe deprem hafızalardan siliniyordu. Nitekim konsey son derece çirkin bir yaklaşımla 2007 yılında lağvedildi. Konsey üyeleri olarak bizler konseyin kapatıldığını aylar sonra öğrendik. Meğerse hükümet bir genelge ile bir bakıma uygulama alanı kalmadı diye Ulusal Deprem Konseyi'ni kaldırmış. Kaldırdığını da lütfedip konsey başkanlığına bildirmemiş. Biz o konseyde tek bir kuruş almadan gece gündüz çalıştık. Amacımız can ve mal güvenliğini sağlama konusunda in-

sanlarımızı aydınlatıp bilinçlendirmekti. Biz de bu milletin evladı ve bilim insanlarıydık. Bize gösterilen bu özensizlik ve ayırımcılık gerçekten çok ayıp ve üzücüydü. Hele hele, topraklarının yüzde 90'ına yakını deprem kuşakları içerisinde yar alan bir ülkede uygulama alanı kalmadı diye Ulusal Deprem Konseyi'ni ortadan kaldırmak anlaşılır gibi değildi.

İstanbul'da deprem açısından nereler güvenli, nereye taşınalım?

Bu soruya da semtleri tek tek analiz edip cevap vermek mümkün değil. Genel olarak bir cevap verilebilir. Deprem açısından şu genellemeler yapılabilir: a) Zemin özelliği gözetildiğinde, Avrupa yakası Asya yakasına göre depremden daha çok etkilenecektir b) Avrupa yakasının Trakya tarafları daha risklidir c) Sahiller her iki yakada da iç kısımlara nazaran daha sıkıntılıdır d) Dolgu alanları, dere yatakları, bataklık alanlar deprem açısından tehlikelidir. Ama unutmayalım İstanbul'da milyonlarca insan yaşıyor ve her tarafta da yoğun bir yapılaşma var. Dolayısıyla, insanların yaygın bir yer değiştirme olanağı da yok. O zaman deprem güvenliğini binaya bağlamak daha doğru olur. Eğer bir bina iskân alma şartlarına sahip, 1999'dan sonra ve projesine uygun yapılmışsa endişe etmemek gerekir. Eğer bina bu şartları haiz değilse muhakkak muayene ettirilmeli ve gereği yapılmalıdır. Gereğini yapmanın kolay olmadığının farkındayım ama maalesef başka da yolu yok. İşte bunun için yöneticilerimizi uyarıyor ve bir an önce zarar azaltıcı çalışmalara girişsinler istiyoruz.

Ev alırken nelere dikkat edelim?

Ev alma durumundaysanız, elbette ki deprem açısından daha fazla seçeneğiniz var demektir. Her şeyden önce görece olarak deprem güvenli bir semti seçmelisiniz. Bu semtin konumu, zemini ve orada beklenen deprem şiddeti nispeten daha emniyetli tarafta olmalıdır. Ama asıl önemli olan evin ne zaman yapıldığı, yeni deprem yönetmeliğine ve projesine uygunluğu, kaliteli malzemesi, işçiliği ve iskânıdır. Bu şartları sağlayan bir binanın alınması deprem açısından doğrudur.

Sonuç

Kitabı sonuna kadar okudunuz. Gördüğünüz gibi, Türkiye bir deprem ülkesi. Memleketin yüzde 90'ına yakın bölgesi büyük deprem üretecek potansiyele sahip diri faylarla kaplı. Bu jeolojik yapı yaklaşık 13 milyon sene önce oluştu ve daha milyonlarca sene devam edecek. Onun için deprem nedeniyle ah vah etmenin bir anlamı yok. Millet olarak biz de tarihten beri bu ülkeye yerleşmiş ve kendi görgü ve bilgimize göre yerleşim alanları oluşturmuşuz. Maalesef, oluşturduğumuz bu alanlar çoğunlukla deprem zonlarının içerisinde. Buralarda yerleşmemizin bir nedeni bilgisizlik, diğer bir nedeni de bu zonların insan yaşamı için daha elverişli koşullara sahip olması. Belki de ilk yerleşimler bütün dünyada deprem öngörülmeden böyle başladı. Ama sanıyorum ki bilimi önemseyen toplumlarda bu tehlikenin farkına çabuk varılarak yaşam ve yerleşim hızla ona göre düzenlendi. Bizim memleketimizde bunun böyle olmadığı açık. 21. yüzyılda deprem konusunda yanlışlar yapmaya devam ediyoruz. Yüzyıllardan beri yaşayageldiğimiz kent, kasaba ve köylerde herhangi bir deprem öngörüsü ve buna uygun bir yapılaşma yok. Deprem olmuş yıkılmışız, insanlarımız telef olmuş, acı çekmişiz ama depremden sonra yine değişen bir şey olmamış. Aynı çirkin, plan ve programdan uzak yapılar, dar sokaklar ve üst üste binmiş binalar. Yöneticilerimizin de halkımızın da basireti tutulmuş, gözleri bağlanmış gibi bu yanlışlıklar manzumesini sürdürüp durmuş ve bugünlere gelmişiz. Geldiğimiz noktada da problemler o kadar büyük, çözüm o kadar zor ve maliyetli ki şimdi ne yapacağımızı kara ka-

ra düşünüyoruz. Önerdiğimiz çözümler insanlara şaka gibi geliyor. Ama yapacak bir şey yok. Ülkemizi terk edip gidemeyeceğimize ve insanlarımızı bile bile ölümün kucağına atamayacağımıza göre problem ne kadar büyük olursa olsun bir yerden başlayıp inatla ve sabırla çözmek lazım. Çözümün yolu belli; onu bize bilim gösteriyor. Yerel yönetimlerin kendi illerinin deprem sorununu çözmek için gerekli sorumluluk, yetki ve kaynağa sahip olacakları şekilde bir yasal düzenleme ve yapılanma olmalı. Ondan sonra yerel yönetimler kendi illerindeki deprem tehlike analizini yaptırmalı. Bu analizde ili tehdit eden fay zonunun tüm özellikleri araştırılmalı. Fayların boyutu, niteliği, deprem potansiyeli, olası depremin odak derinliği ve şiddeti ile sismik dalgaların kent ölçeğinde maksimum hız ve ivme dağılımları, vb. incelenmeli. Bu şekilde yapılacak olan bir çalışma ile ili tehdit eden tehlike ortaya konunca ikinci aşamaya geçilmeli. Bu aşama eğer bu tehlike günün birinde gerçekleşirse ilimize ne tür zararlar veririn cevabıdır. Bu aşamada yine profesyonellerce ciddi araştırmalar yapılır, ilin bütün bileşenleri bu mantıkla elden geçirilir. Halkın, altyapının, yapı stokunun, çevrenin ve ekonominin söz konusu tehlikeden nasıl ve ne kadar etkilenebileceği bulunur ve sonuçlar ortaya konur. Bu sonuçlar genellikle ölü, yaralı ve ekonomik kayıp olarak belirtilir. Zarar hesaplanınca üçüncü aşamaya geçilir. Bu aşama tüm özellikleri belirlenmiş olan zararların nasıl azaltılabileceği noktasında izlenecek yoldur. Depremin vereceği zararı tümüyle engelleyemezsiniz çünkü depremi durdurmak mümkün değil. Zarar azaltma aşamasında zarar göreceğini düşündüğünüz her kent bileşenini deprem güvenli ve dirençli hale getirmek için ne gerekiyorsa o yapılır. Bu iş de bittikten sonra artık il büyük ölçüde depreme hazırdır. Bundan sonra son aşamaya geçilir. Son aşama deprem olduğunda o afetin gerektiği şekilde yönetilebilmesi için gerekli organizasyon ve örgütlenmenin yapılmasıdır. Yani bu aşamada deprem olduğunda insanların çabuk ve emniyetli bir şekilde toplanma yerlerine götürülmesi, göçük altından çıkartılması, yaralıların hastanelere taşınması, kentte olası yangınların söndürülmesi, çadır kurulması, insanların yeme, içme gibi ihtiyaçlarının karşılanması, geçici ve daimi iskân sorunlarının çözülmesi

gibi işler yapılır. Bütün bu söylediklerim masa başında yapılacak ve yukarıdan aşağıya talimatla yürütülecek işler değildir. Bunlar il yönetiminin ve halkının her şeyin önünde tutacağı çalışma ve uygulamalardır. Bunları içselleştirmemiş ve yaşam tarzı haline getirmemiş bir ilin deprem güvenli olarak varlığını sürdürmesi mümkün değildir.

Kaynakça

Abich, Hermann. *Geologische Forschungen in den kaukasischen ländern.* 3. Cilt. Viyana: Hölder, 1878.

AFAD. "Tarihsel Depremler." https://deprem.afad.gov.tr/tarihsel-depremler.

AFAD. "Deprem Kataloğu." https://deprem.afad.gov.tr/deprem-katalogu.

Afyoncu, Erhan. "Tarih Boyunca İzmir'i Yıkan Üç Deprem." www.sabah.com.tr > erhan-afyoncu > 2017/06/182017.

Akın, Fatih. "Burdur'da Deprem (3/4 Ekim 1914)." *Toplumsal Tarih* (Temmuz 2000).

Akyüz, H. Serdar. Barka, A.A., Altunel E., Hartleb, R. ve Sunal, G. "Field observations and slip distribution of the November 12, 1999 Düzce Earthquake (M=7.1), Bolu-Turkey." *1999 İzmit and Düzce Earthquakes. Preliminary Results* içinde. Barka, A.A., Kozacı, O., Akyüz, S.H., Altunel, E. (ed.) İstanbul: ITU Publications, 2000. 63-70.

Alan, Hüseyin. Bozkurt, E., Çağlan, D., Dirik, K., Özkaymak, Ç., Sözbilir, H. ve Topal, T. *Van Depremleri (Tabanlı-Edremit).* TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları No: 110, 1-52.

Altınok, Yıldız. Alpar, B. ve Çağatay, M.N. "Earthquakes and Earthquake-Related Geohazards and Their Impacts in the Sea of Marmara Region." *The Sea of Marmara: Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance* içinde. Emin Özsoy, M.N. Çağatay, Neslihan Balkıs, Nuray Balkıs, Bayram

Öztürk (ed.) İstanbul: İstanbul University Publications, 2016.

Altunel, Erhan. Barka, A.A. ve Akyüz, S. "Slip Distribution Along the 1912 Mürefte-Şarköy Earthquake, North Anatolian Fault, Western Marmara." *1999 İzmit and Düzce Earthquakes. Preliminary Results* içinde. Barka, A.A., Kozacı, O., Akyüz, S.H., Altunel, E. (ed.) İstanbul: ITU Publications, 2000. 341-349.

Ambraseys, N. Nicholas. "Some Characteristic Features of the North Anatolian Fault Zone." *Tectonophysics 9* (1970): 143-165.

——. "Middle East-A Reappraisal of the Seismicity." *Quartetly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology* 11 (1978): 19-32.

——. "Engineering Seismology." *Earthquake Engineering. Structual Dynamics* 17 (1988); 1-105.

——. "The earhquake of 1509 in the Sea of Marmara, Turkey, Revisited." *Bulletin of Seismological Society of America.* 91 (2001): 1397-1416.

Ambraseys, N. Nicholas ve Finkel, C. F. "Seismicity of the Northeast Mediterranean Region During Early 20th Century." *Annual Geophys.* 5B (1987): 701-726.

Ambraseys, N. Nicholas ve Jackson, J. A. "Faulting associated with historical and recent earthquakes in the Eastern mediterranean region." *Geophy. J. Intern.* 133 (1998) 390-406.

Ambraseys, N.Nicholas ve Tchalenko, J. S. "Seismotectonic Aspect of the Gediz, Turkey, Earthquake of March 1970." *Geophysical Journal International.* 30 (3) (1972): 229-252.

Arpat, Esen ve Şaroğlu, F. "Doğu Anadolu Fayı ile İlgili Bazı Gözlemler." *MTA Dergisi* 78, (1972) 44-50.

Arpat, Esen ve Şaroğlu, F. ve İz, H.B. "1976 Çaldıran Depremi." *Yeryuvarı ve İnsan 2* (1977) 29-41.

Barka, Aykut. "Slip Distribution Along the North Anatolian Fault Associated With the Large Earthquakes of the Period 1939 to 1967." *Bulletin of the Seismological Society of America.* 86 (1996): 1238-1254.

Barka, Aykut. Serdar, H. S. ve diğer. "The Surface Rupture and Slip Distribution of the 17 August 1999 İzmit Earthquake

(M 7.4), North Anatolain Fault." *Bulletin of the Seismological Society of America.* 92, 1 (2002): 43-60.

Bohnhoff, Marco. Martinez-Gaizon ve diğer. "Maximum Earthquake Magnitudes Along Different Section of the North Anatolian Fault Zone." *Tectonophysics.* 674 (2016) 147-165.

Bozcu, Mustafa. Yağmurlu, F. ve Şentürk, M. "Fethiye-Burdur Fay Zonunun Neotektonik ve Paleosismolojik Özellikleri, GB Türkiye." *Jeoloji Mühendisleri Dergisi.* 31 (1) 2007, 25-28.

Bozkurt, Erdin. "Neotectonics of Turkey-a Aynthesis." *Geodinamica Acta.* 14 (2001) 3-30.

Demirtaş, Ramazan. "Türkiye Diri Fayları ve Deprem Etkinlikleri, Paleosismolojik Çalışmalar ve Gelecek Deprem Potansiyelleri." http://www.ibb.gov.tr/sites/akom/documents/murefte_sarkoy_dep.html(17.07.2018

——. "Helenik-Kıbrıs Yayı Diri Fayları ve Deprem Etkinlikleri Paleosismolojik Çalışmalar ve Gelecek Deprem Potansiyelleri." *Technical Report.* 2019.10.13140/RG.2.2.35140.68487.

——. "İzmir ve Civarında Deprem Üreten Diri Faylar." https://www.researchgate.net/publication/339135870.

Demirtaş, Ramazan. Karakısam, S. ve Demir, M. "1 Ekim 1995 Dinar Depremi." Deprem Araştırma Bülteni. 72 (1995): 5-38.

Dewey, John. Hempton, M. R., Kidd W. S. F., Şaroğlu, F. ve Şengör, A.M.C. "Shortening of Continental Lithosphere: The Neotectonics of Estern Anatolia-a Young Collision Zone." Collisional Tectonics içinde. Coward, M. D. ve Ries, A. C. (Eds). Geological Society Special Publication. Londra: Blackwell Scientific Publications, 1988. 3-36.

Efe, Recep. *Gölcük ve Düzce Depremleri, 1999.* İstanbul: Fatih Üniversitesi Yayınları, 2000.

Emre, Ömer. Taymaz, T., Duman, T.Y. ve Doğan, A. "Gölcük ve Düzce Depremlerinin Yüzey Kırıkları ve Sismolojik özellikleri." *TÜBİTAK Bilim ve Teknik*, 386 (2000) (1999): 38-42.

Emre, Ömer. Duman, T.Y. , Özalp, S.ve Elmacı, H. *23 Ekim 2011 Van Depremi Saha Gözlemleri ve Kaymak Faya İlişkin Ön Değerlendirmeler.* MTA. Jeoloji Etüdleri Dairesi, 31 Ekim 2011.

Erdik, Mustafa. Demircioğlu, M., Sesetyan, K., Durukal, E. ve Siyahi, B. "Earthquake Hazard in Marmara Region, Turkey." 13th World Conference On Earthquake Engineer. Vancouver, B.C., Kanada, Ağustos, 2004. 270.

Ergin, Kazım ve diğer. *A Catalogue of Earthquakes for Turkey and Surrounding Areas (11 AD to 1964 AD).* Istanbul Technical University, Faculty of Mines Publication. 24, (1967).

Ergin, Kazım. Güçlü, U. ve Uz, Z. *Türkiye ve Civarının Deprem Kataloğu (1965-1970).* İstanbul: İTÜ Maden Fakültesi Arz Fiziği Enstitüsü, 1967.

Ergintav, Semih. Demirbağ, E. Ediger, V. Saatçılar, R., İnan, S., Cankurtaranlar, A., Dikbaş, A. ve Baş, M. "Structural Framework of Onshore and Offshore Avcılar, İstanbul Under the İnfluence of The North Anatolian Fault." *Geophysical Journal International* (2011): 1-13.

Erkal, Tevfik ve Değerliyurt, M. "Türkiye'de Afet Yönetimi." *Eastern Geographical Review* 22 (2010) 147-163.

Esat, Korhan. Kaypak, B., Işık, V., Ecevitoğlu, B. ve Seyitoğlu, G. "Eskişehir Fay Zonunun Güneydoğu Bölümünü Oluşturan Ilıca Kolu: Orta Anadolu'da Sağyanal Doğrultu Atımlı Aktif Bir Yapı." *MTA Dergisi* 152 (2016), 25-37.

Eyidoğan, Haluk ve Jackson, J. A. A Seismological Study of Normal Faulting in the Demirci, Alaşehir and Gediz Earthquake of 1970 in Western Turkey: Implications for the Nature and Geometry of Deformation in the Continental Crust. *Geophysical Journal International.* 81 (1985): 569-607.

Eyidoğan, Haluk. Utku, Z., Güçlü, U. ve Değirmenci, E. *Türkiye Büyük Depremleri Makro-sismik Rehberi.* İstanbul: İTÜ, Maden Fakültesi, 1991.

Genç, M. ve Mozak, M. *The Earthquakes of İstanbul and the Earthquakes of 1894 with Documents and Photographs.* İstanbul: İGDAŞ, 2001.

Gökaşan, Erkan. Gazioğlu, C., Alpar B., Yücel, Z.Y., Ersoy, Ş., Gündoğdu, O., Yaltırak, C. ve Tok, B. "Evidence of NW Extension of the North Anatolian Fault Zone in the Marmara Sea: A New İnterpretation of the Marmara Sea (İzmit) Earthqu-

ake on 17 August 1999." *Geo-Marine Letters* (2002) 21: 183-199.

Görür, Naci. *Marmara Denizi'nde Deprem Potansiyeli.* Ankara: Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları, 2003.

——. *Elazığ'ın Depremselliği.* Elazığ: Elazığ Mimarlar Odası Yayını, 2007. 1-41.

——. *Faya Seyahat. Bir Bilim Adamının Not Defterinden.* İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 2008.

Görür, Naci ve Elbek, Ş. "Tectonic Events Responsible for Shaping the Sea of Marmara and its Surrounding Region." *Geodinamica Acta* 26 (1-2) 2014: 1-11.

Görür, Naci. Şengör, C. ve diğer. "Rift Formation in the Gökova Region, Southwest Anatolia: İmplicationsfor the Opening of the Aegean Sea." *Geological Magazine.* 132 (1995). 637-650.

Görür, Naci. Sakınç, M., Barka, A., Akkök, R. ve Ersoy, Ş. "Miocene to Pliocene Palaeogeographic Evolution of Turkey and its Surroundings." *Journal of Human Evolution.* 28, 4 (1995) 309-324.

Herece, Erdal ve Akay, E. "Karlıova-Çelikhan arasında Doğu Anadolu Fayı." Ankara: Türkiye 9. Petrol Kongresi, Bildiriler, 1992. 361-372.

Hubert-Ferrari, Aurealia. Barka, A., Jacques, S. N., Nalbant, B., Meyer, R., Armijo, R., Tapponier, P. ve King, G.C.P., "Seismic hazard in the Marmara Sea region following the 17 August 1999 İzmit Earthquake." *Nature.* V.404, 2000.

İstanbul Mikrobölgeleme Projesi, Avrupa Yakası. https://depremzemin.ibb.istanbul/wp-content/uploads/2015/11/C_MİKROBOLGELEME-AVRUPA-RAPOR.pdf

Ikeda, Yasuhiro. "Geomorphological Observations of the North Anatolian Fault Zone West of Mudurnu." *Multidisciplinary Research on Fault Activity in the Western Part of the North Anatolian Fault Zone* içinde. Honkura, Y., Işıkara, A.M. (Ed.). Tokyo: Tokyo Institute of Technology, 1988. 6-14.

İlki, Alper. İspir, M., Demir, N.K. ve Akman, S. "An outline of the seismic behaviour of historical structures in Northwestern Anatolia." International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions, Yeni Delhi, 2006.

İmren, C., Le Pichon, X., Rangin, C., Demirbağ, E., Ecevitoğlu, B. ve Görür, N. "The North Anatolian Fault Within the Sea of Marmara: A New Interpretation Based on Multi-Channel Seismic and Multi-Beam Bathymetry Data." *Earth and Planetary Science Letters*. 186 (2001): 143-153.

İzmir Büyükşehir Belediyesi. "İzmir Deprem Senaryosu ve Deprem Master Planı." izmir.bel.tr./izmirdeprem/

JICA-IBB. 2002. T.C. İstanbul İli Sismik Mikro-Bölgeleme Dahil Afet Önleme/Azaltma Temel Planı Çalışması. Taslak Sonuç Rapor, Özet.

Kadıoğlu, Mikdat. *Afet Affetmez*. İstanbul: Tekin Yayınevi, 2018.

Karaman, A. ve Altay, B. "Türkiye'de Afet Politikaları ve Kentsel Dönüşüm." *Abant Kültürel Araştırmalar Dergisi*. 3(5) (2016): 102-120.

Ketin, İhsan ve Roesli, F. Makroseismische untersuchungen über das nordwestatolische Beben vom 18. Mart 1953. Eclogae Geologicae Helvetiae. 46 (2): Basel.

Ketin, İhsan. "About the North Anatolian Fault." *MTA Dergisi*. 72 (1969): 1-25.

Koçyiğit, Ali. Bozkurt, E., Cihan, M., Özacar, A. ve Teksöz, B. "12 November 1999 Dağdibi (Düzce-Bolu) Earthquake: Preliminary Geological Report." METU, Fac. Engineer. Dept. Geological Engineer. Tectonic Res. Unit, 1999.

Koçyiğit, Ali. Ünay, E. ve Saraç, G. "Episodic Graben Formation and Extensional Neotectonic Regime in West Central Anatolia and the Isparta Angle: A Case Study in the Akşehir-Afyon Graben, Turkey." *Geological Society. Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area* içinde. Bozkurt, E., Winchester, J. A., Piper, J. D. A. (Ed.). No: 173, 2000, 405-421.

Köküm, Mehmet ve Özçelik, F. "An Example Study on Re-Evaluation of Earthquakes: 1789 Palu (Elazığ) Earthquake, Eastern Anatolia, Turkey." *MTA Dergisi* 161 (2020): 157-170.

Kanal İstanbul Projesi, ÇED Raporu. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü, 2019.

Kürçer, Akin ve Gökten, Y. E. "Tuz Gölü Fay Zonu'nun Neotektonik Dönem Özellikleri, Depremselliği, Geometrisi ve Segment Yapısı." *MTA Dergisi.* 149, (2014) 19-71.

Le Pichon, X., Şengör, A.M.C., Demirbağ, E., Rangin, C., İmren, C., Armijo, R., Görür, N., Çağatay, N., Mercier de Lepinay, B., Meyer, B., Saatçiler, R. ve Tole, B. 2007, *The active Main Marmara Fault: Earth and Planetary Science Letters* 192, 595-616.

Meghraoui, Mustapha. Aksoy, M.E., Akyüz, H.S., Ferry, M., Dikbaş, A. ve Altunel, E. "Paleoseismology of the North Anatolian Fault at Güzelköy (Ganos Segment, Turkey): Size and Recurrence Time of Earthquake Ruptures West of the Sea of Marmara." *Geochemistry Geophysics Geosystems.* 13; 4 (2012).

Mihailovic, J. Trusne katastrofe na Mramornome moru, posepno izdan, srpske Akad. Nauka 65 (1927): 1-303.

Nalbant, Süleyman. McCloskey, J., Steacy, S. ve Barka, A. "Stress Accumulation and Increased Seismic Risk in Eastern Turkey." *Earth and Planetary Science Letters.* 195 (2002): 291-298.

Özalp, Selim. Zabcı, C., Elmacı, H. ve Sançar, T. "23 Ekim 2011 Van ve 09 Kasım 2011 Edremit (Van) Depremleri." *Bilim ve Teknik*, 2011.

Özalp, Selim. Emre, Ö. ve Doğan, A. "Kuzey Anadolu Fayı Güney Kolunun Segment Yapısı ve Gemlik Fayının Paleosismik Davranışı, KB Anadolu." *MTA Dergisi.* 147 (2013): 1-17.

Özeren, M. Sinan. Çağatay, M.N., Postacıoğlu, N., Şengör, A. M. C., Görür, N. ve Eriş, K. "Mathematical Modelling of a Potential Tsunami Associated With a Late Glacial Submarine Landslide in the Sea of Marmara." *Geo-Marine Letters.* 30 (2010): 523-539.

Özkılıç-Küçükalioğlu, Sema. *1984 Depremi ve İstanbul.* İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları. 2015.

Pamukciyan, Kevork. Encyclopedia of İstanbul from the past to the today III (in Turkish). TBAG 341 TÜBİTAK Research Projesi, Ankara.

Parsons, Tom. Barka, A., Toda, S. , Stein, R. S., Dieterich, J. H. ve Shinji, T. "Influence of The 17 August 1999 Izmit Earthquake on Seismic Hazards in Istanbul." *The 1999 Izmit and Düzce Earthquakes: Preliminary Results.* Istanbul: İstanbul Technical University Press, 2000. 295-310.

Pilidou, Sylvana. Priestley, K., Jackson, J. ve Maggie, A. "The 1996 Cyprus Earthquake: A Large, Deep Event in the Cyprean Arc." *Geophysical Journal International.* 158, 1 (2004): 85-97.

Reilinger, Robert. Toksöz, N. ve McClusky, S. "Izmit, Turkey Earthquake was No Surprise." *GSA Today.* 10, 1 (2000): 1-6.

Saygılı, Ramazan. Ege Bölgesi Fiziki Haritası. cografyaharita. com. 2015.

Sezer, Hamiyet. "1894 İstanbul Depremi Hakkında Bir Rapor Üzerine İnceleme." *Tarih Araştırmaları Dergisi.* 18; 29 (1977): 169-168.

Sunkar, Murat. "Palu'da (Elazığ) Tarihsel ve Aletsel Dönemdeki Büyük Depremler ve Yerleşmeler Üzerindeki Etkileri." Fırat Üniversitesi Harput Uygulama ve Araştırma Merkezi, Uluslararası Palu Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 2010. 297-309.

Şaroğlu, Fuat. Emre, Ö. ve Kuşçu, İ. *Active Fault Map of Turkey.* MTA Yayınları, 1992b.

Şaroğlu, Fuat. Emre, Ö. ve Kuşçu, İ. "The Eastern Anatolia Fault Zone of Turkey." Annal. Tecn. 6, (1992a): 99-125.

Şengör, Celal A.M. "The North Anatolian Transform Fault: Its Age, Offset and Tectonic Significance." *Journal of the Geological Society.* Londra. 136, (1979): 269-282.

Şengör, Celal A.M. ve Barka, A.A. "Evolution of Escape-Related Strike-Slip Systems: İmplications for Distribution of Collisional Orogens." 29th. International Geological Congress, Kyoto, Japan, 1 (1992): 232.

Şengör, Celal A.M. Görür, N. ve Şaroğlu, F. "Strike-Slip Faulting and Related Basin Formation in Zones of Tectonic Escape: Turkey as a Case Study." *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists. Strike-slip Faulting and basin*

Formation içinde. Biddle, K. T. ve Christie-Blick N. (Ed). 37 (1995): 227-264.

Şengör, Celal A.M. Tüysüz, O., İmren, C., Sakınç, M., Eyidoğan, H., Görür, N., Le Pichon, X. ve Rangin, C. "The North Anatolian Fault. A new look." *Annual Review of Earth and Planetary Sciences.* 33 (2005): 37-112.

Tatar, Orhan. Piper, J.D.A., Gürsoy, H. ve Temiz, H. "Regional Significance of Neotectonic Counterclockwise Rotation in Central Turkey." *International Geological Review.* 38 (1996): 692-700.

Tercan, Binali. "Türkiye'de Afet Politikaları ve Kentsel Dönüşüm." *Abant Kültürel Araştırmalar Dergisi.* 3(5)(2018): 102-120.

Toksöz, M. Nafi. Arpat, E ve Şaroğlu, F. "East Anatolian earthquake of 24 November 1976." *Nature.* 270 (1977): 423-425.

Tokgöz, M.Nafi. Shakal, A.F. ve Michael, A.J. "Space-Time Migration of Earthquakes Along the North Anatolian Fault Zone and Seismic Gaps." *Pageoph.* 117(1979): 1258-1270.

Uluğ, Atilla. "Sismolojik ve Jeolojik Bulgular Açısından İzmir'in Deprem Tehlikesi." http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/18026 07 38.pdf

Üzen, İsmet. "1942 ve 1943 Erbaa Depremleri." *Karadeniz Araştırmaları.* 40 (2014): 77-93.

Westaway, Richard. "Present-day kinematics of the Middle East and eastern mediterranean." *Journal of Geophysical Research.* 99 (1994): 12071-12090.

Yapı Merkezi Ar-Ge Bölümü Raporu. "Türkiye ve civarının sismotektonik açıdan değerlendirmesi." 2003.

Yalçıner, C. Ahmet. Perinçek, D., Ersoy, Ş. ve Prasetya, G. "Report on January 21-23, 2005 North Sumatra survey on December 26, 2004 Indian Ocean Tsunami." ITST of UNESCO IOC. Publ. İn http://www.ioc.unesco. Org/iosurveys/indonesia/yalciner/yalciner.htm (2005).

Yaltırak, Cenk. "Marmara Denizi ve Çevresinde Tarihsel Depremlerin Yerleri ve Anlamı." *İTÜ Vakfı Dergisi.* 2015. 56-62.

Yaltırak, Cenk. Alpar, B., ve Altınok, Y. "Mürefte-Şarköy Depremi: Ganos Fayının 9 Ağustos 1912 Depreminde Atımı, Kırık

Uzunluğu, Büyüklüğü, Karakteri ve Ayrıı Yörede Olan Tarihsel Depremler." ATAG-6 Bildiriler Kitabı, 2002. 90-93.

Yoshioka, Takahito. Kuşçu, İ. "Late Holocene Faulting Events on the İznik-Mekece Fault in the Eastern Part of the North Anatolian Fault Zone, Turkey." *Bulletin of the Geological Survey of Japan.* 45 (11) (1994): 677-685.

Notlar

1. "Deprem Kataloğu." https://deprem.afad.gov.tr/depremkatalogu
2. Şengör, A.M.C. ve diğer. "Strike-Slip Faulting and Related Basin Formation in Zones of Tectonic Escape: Turkey as a Case Study."
   - Dewey, J. ve diğer. "Shortening of Continental Lithosphere: The Neotectonics of Estern Anatolia-a Young Collision Zone."
   - Westaway, R. "Present-day kinematics of the Middle East and eastern mediterranean."
   - Bozkurt, E. "Neotectonics of Turkey-a Aynthesis."
3. Şengör, A.M.C. ve diğer. "Strike-Slip Faulting and Related Basin Formation in Zones of Tectonic Escape: Turkey as a Case Study."
   - Bozkurt, E. "Neotectonics of Turkey-a Aynthesis."
4. Şaroğlu, F. ve diğer. "Active fault map of Turkey."
5. Bozkurt, E. "Neotectonics of Turkey-a Aynthesis."
6. a.g.m
   - Yapı Merkezi Ar-Ge Bölümü Raporu. 2003.
   - "Tarihsel Depremler." https://deprem.afad.gov.tr/tarihseldepremler"
   - Deprem Kataloğu." https://deprem.afad.gov.tr/depremkatalogu

   - Görür, Naci ve Elbek, Ş. "Tectonic Events Responsible for Shaping the Sea of Marmara and its Surrounding Region."
7. Şengör, A.M.C., "The North Anatolian Transform Fault: Its Age, Offset and Tectonic Significance."
   - Şengör, A.M.C. ve diğer. "Strike-Slip Faulting and Related Basin Formation in Zones of Tectonic Escape: Turkey as a Case Study."
   - Şengör, A.M.C. ve diğer. "The North Anatolian Fault. A new look."
   - Yapı Merkezi Ar-Ge Bölümü Raporu. 2003.
8. Bozkurt, E. "Neotectonics of Turkey-a Aynthesis."
   - Barka, A. "Slip Distribution Along the North Anatolian Fault Associated With the Large Earthquakes of the Period 1939 to 1967."

- Barka, A. ve diğer. "The Surface Rupture and Slip Distribution of the 17 August 1999 İzmit Earthquake (M 7.4), North Anatolain Fault."
- Bohnhoff, M. ve diğer. "Maximum Earthquake Magnitudes Along Different Section of the North Anatolian Fault Zone."
- "Tarihsel Depremler." https://deprem.afad.gov.tr/tarihseldepremler

9. Toksöz, M.N. ve diğer. "Space-Time Migration of Earthquakes Along The North Anatolian Fault Zone and Seismic Gaps."
- Reilinger, R. ve diğer. "Izmit, Turkey Earthquake was No Surprise."

10. Parsons, T. ve diğer. "Influence of The 17 August 1999 Izmit Earthquake on Seismic Hazards in Istanbul."

11. Naci Görür. *Fay'a Seyahat. Bir Bilim Adamının Not Defterinden.*

12. Görür, *Marmara Denizi'nde Deprem Potansiyeli.*
– Görür, *Fay'a Seyahat. Bir Bilim Adamının Not Defterinden.*

13. Le Pichon vd., 2001.

14. İmren, C., Le Pichon, X. ve diğer. "The North Anatolian Fault Within the Sea of Marmara: A New Interpretation Based on Multi-Channel Seismic and Multi-Beam Bathymetry Data."
- Görür, N. *Marmara Denizi'nde Deprem Potansiyeli.*
- Görür, N. *Faya Seyahat. Bir Bilim Adamının Not Defterinden.*

15. Erdik, Mustafa ve diğer. "Earthquake Hazard in Marmara Region, Turkey."

16. Özeren, M.S. ve diğer. "Mathematical Modelling of a Potential Tsunami Associated With a Late Glacial Submarine Landslide in the Sea of Marmara."

17. Arpat, E. ve Şaroğlu, F. "Doğu Anadolu Fayı ile İlgili Bazı Gözlemler."
- Herece, E. ve Akay, E. "Karlıova-Çelikhan arasında Doğu Anadolu Fayı."
- Şaroğlu, F. ve diğer. "The Eastern Anatolia Fault Zone of Turkey."
- Bozkurt, E. "Neotectonics of Turkey-a Aynthesis."
- Nalbant, S. ve diğer. "Stress Accumulation and Increased Seismic Risk in Eastern Turkey."

18. Yapı Merkezi Ar-Ge Bölümü Raporu. 2003.
- Sunkar, M. "Palu'da (Elazığ) Tarihsel ve Aletsel Dönemdeki Büyük Depremler ve Yerleşmeler Üzerindeki Etkileri."

19. Görür, *Elazığ'ın Depremselliği.*

20. Bozkurt, E. "Neotectonics of Turkey-a Aynthesis."
- Yapı Merkezi Ar-Ge Bölümü Raporu. 2003.
- "Tarihsel Depremler." https://deprem.afad.gov.tr/tarihseldepremler"
- Deprem Kataloğu." https://deprem.afad.gov.tr/depremkatalogu

21. Şengör, A.M.C. ve diğer. "Strike-Slip Faulting and Related Basin Formation in Zones of Tectonic Escape: Turkey as a Case Study."
- Tatar, O. ve diğer. "Regional Significance of Neotectonic Counterclockwise Rotation in Central Turkey."
- Şengör, Celal A.M. ve Barka, A.A. "Evolution of Escape-Related Strike-Slip Systems: İmplications for Distribution of Collisional Orogens."

22. Bozkurt, E. "Neotectonics of Turkey-a Aynthesis."

23. a.g.e
- Kürçer, A. ve Gökten, Y. E. "Tuz Gölü Fay Zonu'nun Neotektonik Dönem Özellikleri, Depremselliği, Geometrisi ve Segment Yapısı."

24. Eyidoğan, H. ve diğer. *Türkiye Büyük Depremleri Makro-sismik Rehberi*.
- Ambraseys, N. N. "Engineering Seismology."
- Bozkurt, E. "Neotectonics of Turkey-a Aynthesis." "Tarihsel Depremler." https://deprem.afad.gov.tr/tarihseldepremler"
- Deprem Kataloğu." https://deprem.afad.gov.tr/depremkatalogu

25. Bozkurt, E. "Neotectonics of Turkey-a Aynthesis."

26. Şaroğlu, F. ve diğer. Active Fault Map of Turkey.
- Koçyiğit, A. ve diğer. "Episodic Graben Formation and Extensional Neotectonic Regime in West Central Anatolia and the Isparta Angle: A Case Study in the Akşehir-Afyon Graben, Turkey."
- Bozkurt, E. "Neotectonics of Turkey-a Aynthesis."
- Esat, K. ve diğer. "Eskişehir Fay Zonunun Güneydoğu Bölümünü Oluşturan Ilıca Kolu: Orta Anadolu'da Sağyanal Doğrultu Atımlı Aktif Bir Yapı."

27. Ambraseys, N. N. ve Finkel, C. F. "Seismicity of the Northeast Mediterranean Region During Early 20th Century."
- Ambraseys, N. N. "Engineering Seismology."
- Demirtaş, R. ve diğer. "1 Ekim 1995 Dinar Depremi."
- "Tarihsel Depremler." https://deprem.afad.gov.tr/tarihseldepremler
- Deprem Kataloğu. https://deprem.afad.gov.tr/depremkatalogu

28. Şengör, A.M.C. ve diğer. "Strike-Slip Faulting and Related Basin Formation in Zones of Tectonic Escape: Turkey as a Case Study."

29. Bozkurt, E. "Neotectonics of Turkey-a Aynthesis."

30. Saygılı, Ramazan. Ege Bölgesi Fiziki Haritası.

31. Bozkurt, E. "Neotectonics of Turkey-a Aynthesis."

32. Şengör, A.M.C. ve diğer. "Strike-Slip Faulting and Related Basin Formation in Zones of Tectonic Escape: Turkey as a Case Study."

33. Ergin, K. ve diğer. *Türkiye ve Civarının Deprem Kataloğu (1965-1970)*.
- Ambraseys, N. N. ve Finkel, C. F. "Seismicity of the Northeast Mediterranean Region During Early 20th Century."
- Eyidoğan, H. ve diğer. *Türkiye Büyük Depremleri Makro-sismik Rehberi*.
- Bozkurt, E. "Neotectonics of Turkey-a Aynthesis."
- Yapı Merkezi Ar-Ge Bölümü Raporu. 2003.
- "Tarihsel Depremler." https://deprem.afad.gov.tr/tarihseldepremler
- Deprem Kataloğu." https://deprem.afad.gov.tr/depremkatalogu

34. Görür, Naci. Şengör, C. ve diğer. "Rift Formation in the Gökova Region, Southwest Anatolia: İmplicationsfor the Opening of the Aegean Sea."

35. Pilidou, S., Priestley, K. ve diğer. "The 1996 Cyprus Earthquake: A Large, Deep Event in the Cyprean Arc."
- Demirtaş, R. "Helenik-Kıbrıs Yayı Diri Fayları ve Deprem Etkinlikleri Paleosismolojik Çalışmalar ve Gelecek Deprem Potansiyelleri."
- "Tarihsel Depremler." https://deprem.afad.gov.tr/tarihseldepremler
- Deprem Kataloğu." https://deprem.afad.gov.tr/depremkatalogu

36. Ambraseys, "The earhquake of 1509 in the Sea of Marmara, Turkey, Revisited."

37. Yaltırak, Cenk. "Marmara Denizi ve Çevresinde Tarihsel Depremlerin Yerleri ve Anlamı."

38. Ambraseys, "The earhquake of 1509 in the Sea of Marmara, Turkey, Revisited."

39. Erdik, Mustafa ve diğer. "Earthquake Hazard in Marmara Region, Turkey."

40. Ambraseys, N. Nicholas ve Finkel, C. F. "Seismicity of the Northeast Mediterranean Region During Early 20th Century."
- Uluğ, Atilla. "Sismolojik ve Jeolojik Bulgular Açısından İzmir'in Deprem Tehlikesi."
- Afyoncu, Erhan. "Tarih Boyunca İzmir'i Yıkan Üç Deprem."
- İzmir Büyükşehir Belediyesi. "İzmir Deprem Senaryosu ve Deprem Master Planı."
- Demirtaş, R. "İzmir ve Civarında Deprem Üreten Diri Faylar."

41. Pamukciyan, Kevork. Encyclopedia of İstanbul from the past to the today III.
- Ambraseys, N. Nicholas ve Finkel, C. F. "Seismicity of the Northeast Mediterranean Region During Early 20th Century."
- Genç, M. ve Mozak, M. *The Earthquakes of İstanbul and the Earthquakes of 1894 With Documents and Photographs*.
- İlki, Alper ve diğer. "An outline of the seismic behaviour of historical structures in Northwestern Anatolia."
- Meghraoui, Mustapha ve diğer. "Paleoseismology of the North Anatolian Fault

at Güzelköy (Ganos Segment, Turkey): Size and Recurrence Time of Earthquake Ruptures West of the Sea of Marmara."
- Altınok, Yıldız ve diğer. "Earthquakes and Earthquake-Related Geohazards and Their İmpacts in the Sea of Marmara Region."

42. Abich, Hermann. *Geologische Forschungen in den kaukasischen ländern*.
- Ambraseys, N. Nicholas ve Finkel, C. F. "Seismicity of the Northeast Mediterranean Region During Early 20th Century."
- Köküm, M. ve Özçelik, F. "An Example Study on Re-Evaluation of Earthquakes: 1789 Palu (Elazığ) Earthquake, Eastern Anatolia, Turkey."

43. Ambraseys, N. Nicholas ve Finkel, C. F. "Seismicity of the Northeast Mediterranean Region During Early 20th Century."
- Sezer, Hamiyet. "1894 İstanbul Depremi Hakkında Bir Rapor Üzerine İnceleme."
- Erdik, Mustafa ve diğer. "Earthquake Hazard in Marmara Region, Turkey."
- Özkılıç-Küçükalioğlu, Sema. *1984 Depremi ve İstanbul*.

44. Mihailovic, J. Trusne katastrofe na Mramornome moru, posepno izdan, srpske Akad.
- Ambraseys, N. Nicholas ve Finkel, C. F. "Seismicity of the Northeast Mediterranean Region During Early 20th Century."
- Ambraseys, N. N. "Engineering Seismology."
- Altunel, Erhan ve diğer. "Slip Distribution Along the 1912 Mürefte-Şarköy Earthquake, North Anatolian Fault, Western Marmara."
- Yaltırak, Cenk ve diğer. "Mürefte-Şarköy Depremi: Ganos Fayının 9 Ağustos 1912 Depreminde Atımı, Kırık Uzunluğu, Büyüklüğü, Karakteri ve Aynı Yörede Olan Tarihsel Depremler."
- Demirtaş, Ramazan. "Türkiye Diri Fayları ve Deprem Etkinlikleri, Paleosismolojik Çalışmalar ve Gelecek Deprem Potansiyelleri."

45. Ambraseys, N. Nicholas ve Finkel, C. F. "Seismicity of the Northeast Mediterranean Region During Early 20th Century."
- Ambraseys, N. N. "Engineering Seismology."
- Akın, Fatih. "Burdur'da Deprem (3/4 Ekim 1914)."
- Bozcu, Mustafa ve diğer. "Fethiye-Burdur Fay Zonunun Neotektonik ve Paleosismolojik Özellikleri, GB Türkiye."
- Demirtaş, Ramazan. "Türkiye Diri Fayları ve Deprem Etkinlikleri, Paleosismolojik Çalışmalar ve Gelecek Deprem Potansiyelleri."

46. Ergin, Kazım ve diğer. *A Catalogue of Earthquakes for Turkey and Surrounding Areas (11 AD to 1964 AD)*.

- Ketin, İhsan. "About the North Anatolian Fault."
- Ambraseys, N. N. "Engineering Seismology."
- Demirtaş, Ramazan. "Türkiye Diri Fayları ve Deprem Etkinlikleri, Paleosismolojik Çalışmalar ve Gelecek Deprem Potansiyelleri."

47. Ketin, İhsan. "About the North Anatolian Fault."

- Ambraseys, N. Nicholas. "Some Characteristic Features of the North Anatolian Fault Zone."
- Ambraseys, N. Nicholas. "Middle East-A Reappraisal of the Seismicity."
- Üzen, İsmet. "1942 ve 1943 Erbaa Depremleri."
- Demirtaş, Ramazan. "Türkiye Diri Fayları ve Deprem Etkinlikleri, Paleosismolojik Çalışmalar ve Gelecek Deprem Potansiyelleri."

48. Ketin, İhsan ve Roesli, F., Makroseismische untersuchungen über das nordwestatolische Beben vom 18. Mart 1953.

- Eyidoğan, Haluk ve diğer. *Türkiye Büyük Depremleri Makro-sismik Rehberi.*

49. Ambraseys, N.Nicholas ve Tchalenko, J. S. "Seismotectonic Aspect of the Gediz, Turkey, Earthquake of March 1970."

- Ambraseys, N. N. "Engineering Seismology."
- Eyidoğan, Haluk ve Jackson, J. A. A Seismological Study of Normal Faulting in the Demirci, Alaşehir and Gediz Earthquake of 1970 in Western Turkey: Implications for the Nature and Geometry of Deformation in the Continental Crust.
- Eyidoğan, Haluk ve diğer. *Türkiye Büyük Depremleri Makro-sismik Rehberi.*
- Demirtaş, Ramazan. "Türkiye Diri Fayları ve Deprem Etkinlikleri, Paleosismolojik Çalışmalar ve Gelecek Deprem Potansiyelleri."

50. Arpat, Esen ve diğer. "1976 Çaldıran Depremi."

- Toksöz, M. Nafi ve diğer. "East Anatolian earthquake of 24 November 1976."
- Ambraseys, N. N. "Engineering Seismology."
- Eyidoğan, Haluk ve diğer. *Türkiye Büyük Depremleri Makro-sismik Rehberi.*
- Demirtaş, Ramazan. "Türkiye Diri Fayları ve Deprem Etkinlikleri, Paleosismolojik Çalışmalar ve Gelecek Deprem Potansiyelleri."

51. Efe, Recep. *Gölcük ve Düzce Depremleri.*

- Hubert-Ferrari, Aurealia ve diğer. "Seismic hazard in the Marmara Sea region following the 17 August 1999 İzmit Earthquake."
- Görür, Naci. *Marmara Denizi'nde Deprem Potansiyeli.*
- Erdik, Mustafa ve diğer. "Earthquake Hazard in Marmara Region, Turkey."
- Demirtaş, Ramazan. "Türkiye Diri Fayları ve Deprem Etkinlikleri,

Paleosismolojik Çalışmalar ve Gelecek Deprem Potansiyelleri."

52. Koçyiğit, Ali ve diğer. "12 November 1999 Dağdibi (Düzce-Bolu) Earthquake: Preliminary Geological Report."

- Emre, Ömer ve diğer. "Gölcük ve Düzce Depremlerinin Yüzey Kırıkları ve Sismolojik özellikleri."
- Akyüz, H. Serdar ve diğer. "Field observations and slip distribution of the November 12, 1999 Düzce Earthquake (M=7.1), Bolu-Turkey."
- Efe, Recep. *Gölcük ve Düzce Depremleri*.
- Demirtaş, Ramazan. "Türkiye Diri Fayları ve Deprem Etkinlikleri, Paleosismolojik Çalışmalar ve Gelecek Deprem Potansiyelleri."

53. Alan, Hüseyin ve diğer. *Van Depremleri (Tabanlı-Edremit)*.

- Özalp, Selim ve diğer. "23 Ekim 2011 Van ve 09 Kasım 2011 Edremit (Van) Depremleri."
- Emre, Ömer ve diğer. *23 Ekim 2011 Van Depremi Saha Gözlemleri ve Kaynak Faya İlişkin Ön Değerlendirmeler*.

54. JICA-IBB, 2002, T.C. İstanbul İli Sismik Mikro-Bölgeleme Dahil Afet Önleme/ Azaltma Temel Planı Çalışması. Taslak Sonuç Rapor, Özet.

55. Erkal, T. ve Değerliyurt, M. *Türkiye'de Afet Yönetimi*.

56. Karaman, A. ve Altay, B. "Türkiye'de Afet Politikaları ve Kentsel Dönüşüm." Tercan, B. "Türkiye'de Afet Politikaları ve Kentsel Dönüşüm."

57. a.g.e

58. JICA-IBB, 2002. T.C. İstanbul İli Sismik Mikro-Bölgeleme Dahil Afet Önleme/ Azaltma Temel Planı Çalışması. Taslak Sonuç Rapor, Özet.

59. Yalçıner, C. Ahmet ve diğer. "Report on January 21-23, 2005 North Sumatra survey on December 26, 2004 Indian Ocean Tsunami.

60. Ergintav, S. ve diğer. "Structural Framework of Onshore and Offshore Avcılar, İstanbul Under the İnfluence of The North Anatolian Fault."

61. Kanal İstanbul Projesi, ÇED Raporu.

62. Ergintav, S. ve diğer. "Structural Framework of Onshore and Offshore Avcılar, İstanbul Under the İnfluence of The North Anatolian Fault."

63. Özeren, M.S. ve diğer. "Mathematical Modelling of a Potential Tsunami Associated with a Late Glacial Submarine Landslide in the Sea of Marmara."

64. Özalp, Selim ve diğer. "Kuzey Anadolu Fayı Güney Kolunun Segment Yapısı ve Gemlik Fayının Paleosismik Davranışı, KB Anadolu."

65. Ikeda, Y., "Geomorphological Observations of the North Anatolian Fault Zone West of Mudurnu."

– Yoshioka, T. ve Kuşçu, İ. "Late Holocene Faulting Events on the İznik-Mekece Fault in the Eastern Part of the North Anatolian Fault Zone, Turkey."

66 Kadıoğlu, Mikdat. *Afet Affetmez.*

67. A.g.e

Türkiye'nin önde gelen yerbilimcilerinden Naci Görür, depremlerle yaşamayı öğrenmesi gereken bir topluma bir başucu kitabı sunuyor: *Türkiye'de Deprem*. Siyasi yönetimlerden kamu kuruluşlarına, yurttaşlardan sivil toplum örgütlerine kadar herkesin, her kesimin bilmesi gereken konuları, yıllarını bilime, bilimi de toplumun hizmetine sunmuş bir bilim insanının kaleminden okuyacaksınız:

Türkiye'de belli başlı fay hatları hangileridir?
Beklenen İstanbul depreminin sonuçları ne olacak?
Türkiye'nin ve İstanbul'un riskli bölgeleri nereler?
Bir sonraki deprem nerede olabilir?
Yerel yönetimler ve kamu kuruluşlarının çalışmaları yeterli mi?
Kanal İstanbul'un ve kentsel dönüşümün İstanbul depremine etkisi ne olabilir?
Depremle yaşamayı öğrenmek ne demek?

Prof. Dr. Naci Görür, bilimin, aklın, vicdanın sorumluluğuyla, yöneticilerinden yurttaşlarına kadar bütün bir topluma yeniden soruyor: "Orada kimse var mı?"

Türkiye'de Deprem kaderini kâr hırsına, sorumsuz yöneticilere teslim etmeyen, toprak altında bıraktıklarını unutmayan, hiçbir şey eskisi gibi olmamalı diyenlerin başucu kitabı.